Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des Kochsalzwechsels.

Mit Beiträgen über die Wirkung des Kochsalzes auf den Umsatz und die Ausscheidung von Stickstoff und Phosphorsäure.

HABILITATIONSSCHRIFT

zur

Erlangung der Venia legendi

der

medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität zu Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Dr. Heinrich v. Hoesslin,
Assistenzarzt der medizinischen Klinik.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1909.

Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des Kochsalzwechsels.

Mit Beiträgen über die Wirkung des Kochsalzes auf den Umsatz und die Ausscheidung von Stickstoff und Phosphorsäure.

HABILITATIONSSCHRIFT

zur

Erlangung der Venia legendi

der

medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität zu Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Dr. Heinrich v. Hoesslin,
Assistenzarzt der medizinischen Klinik.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1909.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548101_0095

Die letzten Jahre haben eine Reihe von Untersuchungen gezeitigt, welche sich mit der Pathologie des Kochsalzwechsels eingehend beschäftigen. Durch sie wurde die Tatsache festgestellt, dafs bei manchen Erkrankungen der Kochsalzwechsel nicht wie beim gesunden Organismus vor sich geht, der im grofsen und ganzen alles aufgenommene Kochsalz binnen kurzem wieder ausscheidet, sondern dafs häufig Kochsalz im Körper zurückbleibt. Die Erkrankungen, bei denen solche Störungen stattfinden, teilen sich der Hauptsache nach in zwei Gruppen, die akuten Infektionskrankheiten und die Erkrankungen der Nieren. Die Störung des NaCl-Wechsels verläuft bei beiden Gruppen jedoch nicht in gleicher Weise. Bei den akuten Infektionskrankheiten, als deren typischen Vertreter wir die Pneumonie ansehen, hat man bisher mit einer einzigen Ausnahme, der Malaria, gefunden, dafs während der Fieberperiode und noch darüber hinaus eine mehr oder minder starke Retention von Kochsalz besteht, die durch eine folgende Mehrausscheidung in der Rekonvaleszenz wieder ausgeglichen wird. Die Ursachen dieser Retention erschienen nicht klar.

Wasseransammlung im Körper, primäre Retention des Kochsalzes infolge relativer Niereninsuffizienz, Bindung des Kochsalzes durch zirkulierendes Eiweifs, veränderte Diffusionsbedingungen in den Geweben, wurden als Ursachen angesehen, ohne dafs für die eine oder andere Ansicht ein sicherer Beweis erbracht werden konnte.

Bei der zweiten Gruppe, den Erkrankungen der Nieren, glaubte man früher in der Schädigung des Nierengewebes allein einen genügenden Grund für die Retention des Kochsalzes gefunden zu haben. Seitdem man aber durch zahlreiche experimentelle Untersuchungen den Einflufs von Gefäfsveränderungen auf Ödembildung und Retention von Kochsalz kennen gelernt hat, können diese Störungen nicht mehr auf die anatomischen Veränderungen der Nieren allein zurückgeführt werden. Die Untersuchungen ergaben Differenzen des Kochsalz- und Wasserwechsels bei den verschiedenen Intoxikationen der Nieren, die zum Teil auch auf eine Schädigung, die aufserhalb der Nieren liegt, hinweisen. Dafs z. B., wie Heineke[1]) festgestellt hat, bei gleicher anatomischer Schädigung der Nieren von Kaninchen durch Uran eine stärkere Ödembildung als durch Chrom auftritt, ist wohl nur einer gleichzeitigen Gefäfsschädigung zuzuschreiben; auch zahlreiche klinische Untersuchungen haben gezeigt, dafs nicht bei allen Erkrankungen der Nieren die gleichen Störungen des Kochsalz- und Wasserwechsels bestehen, ohne dafs man aus den anatomischen Untersuchungen der Nieren diese Verschiedenheiten hätte erklären können. Erst neuere Untersuchungen am Menschen[2]) haben ergeben, dafs bei den Fällen von Nierenerkrankungen, in denen Ödembildung das Krankheitsbild beherrscht, stets auch Gefäfsveränderungen vorhanden sind.

Mit der Tatsache einer gleichzeitigen Wasser- und Kochsalzretention, die sowohl für manche Nierenerkrankungen als auch Infektionskrankheiten besteht, war auch die Frage gegeben, in welcher kausalen Beziehung die Retention beider zueinander stünde.

1) Heineke u. Meyerstein, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1907, Bd. 90 S. 101.

2) Heineke, Virchows Archiv 1909, Bd. 196 S. 313.

Sie ist noch keineswegs entschieden. Eine Reihe von klinischen Beobachtungen der verschiedensten Autoren wies zweifellos einmal einen Einfluſs der Kochsalzretention auf die Ödembildung nach, was zur Empfehlung einer kochsalzarmen Kost für Nephritiker führte; dann aber auch eine Retention von Kochsalz ohne Wasser, die sog. Retention sèche. Andere — ich erinnere nur an die in jüngster Zeit erschienene Arbeit von Blooker[1]) — vermiſsten bei manchen ihrer Patienten wieder jeden Zusammenhang, dessen Fehlen ebenfalls durch die erwähnten experimentellen Untersuchungen an Urantieren insofern eine Bestätigung findet, als auch hier nach reiner Wasserzufuhr Ödeme gefunden wurden, die sich allerdings durch Kochsalzzufuhr verstärken lieſsen.

Eine sichere Erklärung für viele Befunde steht aber noch aus. — Dadurch, daſs man sich fast ganz auf Untersuchungen unter pathologischen Verhältnissen konzentrierte, kam es, daſs man die Gesetze des normalen Kochsalzwechsels beinahe ganz vernachlässigte, obwohl sie noch in vielen Punkten der Klärung bedurften. Fast allein die grundlegenden Untersuchungen von Voit[2]), die sich nur auf den Hund beziehen, sind für die Beurteilung des NaCl-Wechsels unter allen Verhältnissen bisher maſsgebend geblieben.

Erst in der allerletzten Zeit sind auch Untersuchungen am normalen Menschen angestellt worden; ich weise hier nur auf die Arbeiten von l'Abbé und Morchoisne[3]), Wendt[4]), einige Daten von Schwenkenbecher[5]) und die leider nur zu kurzen Reihen von Bräuner[6]) hin. Überall finden sich bei gleichbleibender Nahrung tägliche und periodische Schwankungen. Die Resultate über den Einfluſs der Nahrung auf die Kochsalzbilanz sind nicht alle gleichsinnig, wenn auch manche Untersuchungen ergeben, daſs bei vegetabilischer Kost und Milch Kochsalz retiniert wird[7]). Aber

1) Blooker, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1909, Bd. 96 S. 80.
2) C. Voit, Untersuch. über d. Einfluſs des Kochsalzes. München 1860.
3) l'Abbé et Morchoisne, Revue de méd. 1905, t. 25 p. 250.
4) Wendt, Skandinav. Arch. f. Physiol. 1905, Bd. 17 S. 211.
5) Schwenkenbecher, Med. Klinik 1907, Nr. 27 u. 28.
6) Bräuner, Zeitschr. f. klin. Med. 1908, Bd. 65 S. 438.
7) Hedinger, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1909, Bd. 96 S. 328.

auch bei eiweifsreicher Kost fand Wendt eine Verminderung der Kochsalzausscheidung, nachdem Forster[1]) schon vor Jahren nachgewiesen hatte, dafs im Kochsalzhunger eiweifsreiche Nahrung die Angabe von NaCl verhindert. Auch Beobachtungen über den Einfluſs einmaliger gröfserer NaCl-Zulagen auf die NaCl-Ausscheidung, wie sie zur Funktionsprüfung der Nieren angewendet wird, finden sich nur ganz verstreut. (Wendt[2]), E. Meyer[3]), Schwenkenbecher[4].) Der Einfluſs der gleichzeitigen Wasseraufnahme, der Bewegung, wie ihn schon Kaupp[5]) hervorhebt, Verlust oder Ansatz von Körpersubstanz oder Wasser und andere Einwirkungen sind im allgemeinen viel zu wenig berücksichtigt. Allerdings lassen sie sich für den Menschen auch kaum ganz beseitigen; man wird daher stets nur auf gröfsere Schwankungen Wert legen dürfen, zumal eine absolut gleichmäfsige NaCl-Zufuhr für längere Zeit ohnehin kaum durchzuführen ist.

Aus diesem Grunde wurde versucht, einige dieser Lücken auszufüllen. Um den Kochsalzwechsel unter möglichst gleichmäfsigen Bedingungen prüfen zu können, wurden zu den Versuchen Hunde gewählt, die aufserordentlich fein auf jede Veränderung der Versuchsbedingungen reagieren. Die Punkte, die hauptsächlich berührt werden sollten, ergeben sich aus dem bisher Gesagten: die Rolle der Nierentätigkeit bei der Erhaltung der Kochsalzbilanz und die wechselseitigen Beziehungen zwischen Kochsalz und Wasserwechsel; ferner die Stellung des Kochsalzwechsels und des Wassers zum Stickstoffwechsel und zur Ausscheidung der Phosphate.

Im zweiten Teile der Arbeit wurde dann versucht, die gewonnenen Erfahrungen zur Erklärung von Veränderungen, die der Kochsalzwechsel bei Infektionen und durch toxische Mittel erleidet, anzuwenden.

---

1) Forster, Zeitschr. f. Biol. 1873, Bd. 4 S. 296.
2) Wendt, Skandinav. Archiv f. Physiol. 1905, Bd. 17 S. 211.
3) E. Meyer, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1905, S. 80, 1.
4) Schwenkenbecher, Med. Klinik 1907, Nr. 27 u. 28.
5) Kaupp, Archiv f. physiol. Heilkunde 1855, Bd. 14 S. 3.

Versuchsanordnung.

Die Versuche wurden an zwei ungefähr gleich grofsen weiblichen Foxterriers vorgenommen, denen zur leichteren Katheterisierung die Urethralmündung freigelegt worden war. Während der ganzen Dauer der Versuche befanden sich die Tiere im Käfig. Da es nicht erreicht werden konnte, dafs sie allen Urin von einem Tage auf den anderen hielten, so wurde die abgeflossene Menge mit dem katheterisierten Urin vereinigt, und in dieser Menge wurden die Bestimmungen vorgenommen. Da das spezifische Gewicht und die prozentuale Ausscheidung der einzelnen Substanzen von Wichtigkeit waren, so wurde auf das Auffüllen verzichtet. Das aus dem Käfig und den Auffanggläsern gewonnene Spülwasser wurde für mehrere Tage zusammengegossen, und dann wurden in diesem Gemisch gleichfalls die Bestimmungen gemacht und die Werte zu der übrigen Menge zuaddiert. Es ergaben sich für einzelne Tage auf diese Weise geringe Fehler, die jedoch bei den in Betracht kommenden grofsen Schwankungen nach Einfuhr der verschiedenen Substanzen nicht wesentlich stören; für die berechneten Perioden sind sie überhaupt ohne Belang. Es ist daher auf kleinere Schwankungen in den Versuchen, wie sie übrigens auch bei Tieren vorkommen, die den Urin jedesmal halten, bei der Deutung der Versuche keine Rücksicht genommen worden. — Die Wägung geschah jedesmal nach dem Katheterisieren vor Einnahme des Fressens.

Die Tiere erhielten täglich um 1 Uhr mittags die gleiche Kost. Sie bestand aus:

200 g Fleisch	224 Kal.
50 g Reis	175 »
25 g Schweineschmalz	231 »
	630 Kal.

d. i. pro kg Hund 97 bzw. 121 Kal. Nur Hund 1 hatte in der ersten Periode 150 g Fleisch. Dazu erhielten sie täglich, sofern nicht am Rande der Tabelle anderes vermerkt ist, 120 ccm destilliertes Wasser und 3 g Kochsalz, alles zusammen gekocht und das verkochte Wasser nachgefüllt. Die Kost mit Reis wurde deshalb gewählt, weil man durch längeres Aufkochen des Reises ziemlich beliebig grofse Quantitäten Wasser den Tieren ohne Schwierigkeit beibringen konnte. Die Tiere frafsen das Futter regelmäfsig ganz auf.

Der N-Gehalt des Fleisches wurde für jede Portion neu bestimmt, das Fleisch auf Eis aufgehoben.

Auch der Phosphorgehalt wurde fast jedesmal bestimmt; zur einfacheren Berechnung wurden jedoch Mittelwerte gewählt; als solcher ergab sich aus einer Reihe gut übereinstimmender Zahlen 0,5001 % P_2O_5. Ebenso wurde der NaCl-Gehalt, im Durchschnitt nach 5, nur um einige Milligramme differierenden Bestimmungen auf 0,056 % angenommen. Die für die gesamte Einfuhr berechneten Zahlen finden sich übrigens am Kopfe jeder Tabelle vermerkt.

Die Trockensubstanz des Fleisches betrug nach 5 gut übereinstimmenden Bestimmungen 25,1 %.

	N_2	P_2O_5	NaCl	H_2O
Für 100 g Reis wurde gefunden	1,103	0,190	0,056	10
Vom 20. II. 09 ab	1,407	0,228	0,066	10

Im Schmalz wurde weder N noch P_2O_5 nachgewiesen. Dagegen betrug der NaCl-Gehalt anfangs 0,088 %, in einer späteren Portion vom 20. II. ab dagegen nur 0,014 %.

Der Kot der Tiere wurde durch Karmin abgegrenzt, regelmäfsig gesammelt und im Wasserbade getrocknet, fein verrieben und periodenweise bestimmt. —

Die Bestimmung von N geschah nach Kjeldahl, von Phosphorsäure im Urin mit Uranazetat, im Kot und der Nahrung nach Neumann. Kontrollbestimmungen beider Methoden lieferten genügend genaue Resultate.

Das Chlor wurde im Urin direkt, im Kot und der Nahrung nach vorangegangener Veraschung mit Soda nach Volhard bestimmt. (Salpetrige Säure fand sich nicht oder nur in Spuren).[1])

Richtigerweise hätten in den Bestimmungen eigentlich die Cl-Werte eingesetzt werden müssen, doch wurden aus praktischen Gründen alle Berechnungen auf NaCl ausgeführt. Man mufs sich aber dabei stets vorhalten, dafs an der Bindung des Chlors nicht nur Na, sondern auch K beteiligt ist (100 g Cl entsprechen 165 g NaCl, 100 g NaCl 60,7 g Cl).

Die fortlaufenden Untersuchungen des Urins sind in Tabellen am Ende des ersten Teiles, S. 35 angeführt, denen noch je eine zweite Tabelle zur Übersicht über den gesamten Stoffwechsel beigefügt ist. Die Abrundung auf die zweite Dezimale geschah erst nachträglich.

I. Der Kochsalzwechsel des normalen Hundes.

A. Die Rolle der Nierentätigkeit bei der Kochsalzausscheidung des gesunden Hundes.

Beginnen wir mit den Ausscheidungsverhältnissen einmaliger gröfserer NaCl-Mengen, die bei konstanter Kost gleichzeitig mit dem Futter per os zugeführt werden, so sehen wir zunächst die seit Voit allgemein bekannte Tatsache, dafs fast alles zugeführte NaCl im Urin wieder erscheint. Auch bei länger dauernden grofsen Gaben kommt normalerweise keine andere Ausscheidungsweise wesentlich in Betracht; im Kot werden sehr geringe Mengen, meist nur einige Milligramme, bei Durchfall höchstens wenige Zentigramme im Tag entleert. Wird also bei stets gleicher Kost und nicht zu kleiner NaCl-Zufuhr an einem Tage eine gröfsere Menge NaCl genossen, so finden wir diese, falls die Einfuhr nicht ganz unverhältnismäfsig hohe Werte erreicht, entweder ganz oder gröfstenteils im Laufe der nächsten 24 Stunden

1) Der Urin war meist eiweifsfrei, nur manchmal enthielt er, infolge leichter Cystitis, Spuren davon; Zylinder wurden nie gefunden.

im Urin wieder (siehe alle Versuche mit NaCl-Zugaben in den Haupttabellen). Dabei wird das Kochsalz in einer Lösung ausgeschieden, die nicht maximal konzentriert ist, sondern es erfolgt, wenn die zu eliminierende Kochsalzmenge ein gewisses Mafs überschreitet, eine Mehrausscheidung von Wasser, solange solches zur Verfügung steht. Voit[2]) betont diese Tatsache schon, aber zugleich weist er darauf hin, dafs die Urinmenge nicht genau parallel der Menge des ein- resp. ausgeführten NaCl wächst. Beide Tatsachen werden durch meine Versuche bestätigt.

Wird für gewöhnlich nur wenig NaCl mit der Nahrung aufgenommen, so braucht nach weiteren NaCl-Zulagen nicht immer auch eine Mehrausscheidung von Wasser einzutreten, da zunächst die Fähigkeit der Niere, einen an NaCl konzentrierteren Urin auszuscheiden, die Elimination des NaCl aus dem Körper ermöglicht. So verursacht bei meinem Hunde 1 von 6,5 kg Gewicht (14/15. III) die Steigerung der NaCl-Menge von 0,34 auf 0,64 g keine Mehrung der Urinmenge. Bei konstanter reichlicher Wasserzufuhr ist ein ähnliches Verhalten zu beobachten, auch wenn gröfsere NaCl-Mengen gegeben werden. Die Zunahme des Harnwassers ist daher bei Hund 1, (26/27. II), der 300 ccm Wasser mehr als sonst erhält, nach Zulage von 5 g NaCl wesentlich geringer als in den entsprechenden Versuchen mit niedriger Wasserzufuhr. Voits Hund von 35 kg schied bei beschränkter Wasserzufuhr nach 10 g NaCl nur wenig mehr Wasser im Urin aus als ohne NaCl-Zufuhr; bei beliebiger Wasseraufnahme wurde die Differenz dagegen schon nach Überschreitung von 5 g NaCl deutlich. Eine Konzentration in der Niere erfolgt also im letzteren Falle nur innerhalb engerer Grenzen als bei beschränkter Wasserzufuhr, da das Durstgefühl sofort die Flüssigkeitsaufnahme reguliert.

In unseren Versuchen ist es ziemlich gleichgültig für die Menge des Harnwassers, ob Wasser mit der Nahrung zugeführt oder ob es dem Körper entnommen wird, der dadurch wasserärmer wird. Selbstverständlich hat die Verarmung an Wasser ihre Grenze; ist diese erreicht, so wird NaCl in möglichst konzen-

1) C. Voit, Untersuchungen über den Einflufs des Kochsalzes etc. München 1860.

trierter Lösung ausgeschieden oder auch die Aufnahme von salzhaltiger Nahrung verweigert.

Der Unterschied in der Urinmenge ist daher, wie Voit gezeigt hat, nur verhältnismäfsig gering, ob Wasser mit dem NaCl zugeführt wird oder nicht. Als Beispiele siehe aufser der Voitschen Tabelle noch folgende Versuche, die meinen Haupttabellen entnommen sind.

Versuch	NaCl-Einnahme g	Wasserzufuhr	Urinmenge	NaCl-Ausgabe %	NaCl-Ausgabe g	Körpergewichtsänderung
Hund 1 6./7. XII.	8,1	—	336	2,43	8,3	—140
16./17. »	8,1	170	333	2,38	8,1	— 70
Hund 2 29./30. XI.	8,1	—	299	2,57	7,8	— 80
16./17. XII.	8,1	170	341	2,35	8,1	+ 40

Dafs in diesen wie in anderen Versuchen der Urin in bezug auf das Kochsalz noch nicht maximal konzentriert ist, ergibt sich daraus, dafs der höchste prozentuale NaCl-Gehalt hier gar nicht erreicht wird; er beträgt in unseren Versuchen bei Hund 1 2,9 % (19. XII), bei Hund 2 sogar 3,36 % (10. XII). Trotzdem wurde nicht alles NaCl aus dem Körper entfernt, so dafs an diesen Tagen noch 0,5 resp. 0,8 g NaCl zurückblieben; auch in einer Reihe von anderen Versuchen, in denen dieser Konzentrationsgrad nicht einmal erreicht wurde, fand Retention statt, doch sind hier die Ursachen für sie meist nicht in den Nieren allein zu suchen.

Wie sehr das Wasser zur Ausscheidung des NaCl mit herangezogen wird, geht auch aus einem Versuch an Hund 1 vom 22. bis 26. III. hervor, in welchem die Flüssigkeitszufuhr dauernd so grofs gewählt ist, dafs ein Plus von NaCl nach dem Ergebnis früherer Versuche ohne Vermehrung der Urinmenge nur durch Erhöhung des prozentualen NaCl-Gehalts hätte ausgeschieden werden sollen; statt dessen wird auch hier zur Ausscheidung des NaCl noch Körperwasser genommen, so dafs die Urinmenge 100 resp. 80 ccm mehr beträgt als erwartet worden war. Möglicherweise liegt der Unterschied zwischen diesem und den vorigen Versuchen darin,

dafs hier vom Körper infolge der reichlichen Zufuhr und Aufspeicherung von Wasser leichter solches entbehrt werden konnte.

Nach NaCl-Zufuhr steigt daher das spezifische Gewicht des Urins nicht, wie eigentlich erwartet werden sollte, sondern sinkt trotz der erhöhten NaCl-Konzentration. Dies rührt daher, dafs infolge der starken Wasserausscheidung Phosphate und Stickstoff in wesentlich geringerem Prozentverhältnis ausgeschieden werden als sonst und den Einflufs der erhöhten NaCl-Konzentration kompensieren. Nur wenn die Konzentration durch NaCl verhältnismäfsig stärker wird als die Zunahme der Wassermenge (wie im Versuch vom 22. und 26. II. bei Hund 1), steigt das spezifische Gewicht etwas.

Entsprechend verhält es sich mit der molekularen Konzentration des Urins; Δ ist bei der angewandten Versuchsordnung meist sehr tief und steigt an den NaCl-Tagen. Die Gesamtleistung (A)[1]) der Nieren erhebt sich dagegen an den NaCl-Tagen über den Durchschnitt, entsprechend der vermehrten NaCl-Ausscheidung. Zur Ergänzung sollen die Werte einiger Versuche bei Hund 1 hier angeführt werden:

Versuch	Urinmenge	Spez. Gew.	Δ	A	Bemerkungen
7./8.	196	1040	— 4,71	923	
8./9.	200	1039	— 4,18	836	
9./10.	440	1020	— 1,68	744	+ 200 H_2O
10./11.	210	1040	— 4,24	890	
11./12.	194	1040	— 3,30?	640?	
12./13.	166	1052	— 4,26	707	
15./16.	244	1049	— 3,52	859	+ 3,0 NaCl
16./17.	180	1054	— 4,54	817	
17./18.	165	1057	— 4,84	799	
18./19.	171	1056	— 4,42	756	
19./20.	345	1036	— 3,29	1135	+ 5,0 NaCl
20./21.	170	1058	— 4,68	796	

Durch länger dauernde Zufuhr grofser NaCl-Gaben kann man die NaCl-Konzentration steigern, wenn man gleichzeitig eine Mehreinfuhr von Wasser verhindert. Oben wurde schon kurz auf die höchste in diesen Versuchen beobachtete NaCl-Konzentration von 2,9 resp. 3,36 % hingewiesen. Dafs durch solche hohe Dosen die Nierenfunktion nicht geschädigt wird, zeigen die

1) A-Valenzwert. Man versteht darunter nach v. Koranyi die Gesamtleistung der Nieren, berechnet aus dem Produkt von Urinmenge und molekularer Konzentration (Δ = Gefrierpunktserniedrigung).

unmittelbar nachher gefundenen % NaCl-Werte sowie das Fehlen von Eiweifs und Zylindern im Urin. Wird das zur Verfügung stehende Wasser knapp (wie z. B. am 10. und 11. XII. bei Hund 2), so wird NaCl retiniert und früher oder später darauf wieder abgegeben.

In einer zweiten gröfseren Versuchsreihe von 10 Tagen mit täglicher Zufuhr von 8 g NaCl erbrach das Tier die Nahrung häufig, nachdem sie in den ersten Tagen gut vertragen worden war und unter Wasserverlust ein grofser Teil des NaCl wieder abgegeben worden war. In den ersten drei Tagen hatte die Retention 2,6 g NaCl betragen.

Es ist wohl erlaubt, für diese Fälle eine relative Insuffizienz der Nieren als Ursache der NaCl-Retention anzusehen. Die Fähigkeit, einen sehr kochsalzreichen Urin abzusondern, ist nur bis zu einem gewissen Grade vorhanden, der möglicherweise auch individuellen Schwankungen unterliegt. Andere Tiere, z. B. das Kaninchen, vermögen das Kochsalz in noch stärkerer Lösung auszuscheiden. Beim gesunden Menschen dagegen konnte ich bisher als höchste Konzentration nur eine 1,9 proz. NaCl-Lösung beobachten.

B. Der Einflufs des NaCl- und Wasserwechsels auf die NaCl-Ausscheidung.

Wie verhält sich nun die tägliche NaCl-Ausscheidung zum Gesamt-NaCl-Wechsel? Den Schlüssel zur Erklärung vieler Befunde bildet die schon von Voit[1]) betonte Tatsache, dafs bei N-Gleichgewicht trotz gleichmäfsiger NaCl-Zufuhr die täglich im Urin des Hundes ausgeführten NaCl-Mengen nicht immer gleich grofs sind, sondern sowohl täglichen als periodischen Schwankungen unterliegen: »der Körper hat nicht immer genau die gleiche Menge Kochsalz inne, sondern besitzt vielmehr eine gewisse Breite in der Aufnahmsfähigkeit desselben. Sobald sich also eine gewisse Menge Salz im Körper angehäuft hatte, wurde es hier mit einem Male in einer Art Krisis aus demselben ausgestofsen.« Ebenfalls schon bei Voit findet sich die Angabe, dafs bei Übergang von einer NaCl-armen zu einer NaCl-reicheren Kost die ersten Tage NaCl retiniert und im umgekehrten Falle wieder vom Körper abgegeben wird, bis dann Gleichgewicht eintritt.

1) C. Voit, Untersuchungen . . . S. 45.

Bei den engen Beziehungen, die zwischen Salz- und Wasserausscheidung durch die Nieren bestehen, ist es nötig, dafs ihr Verhalten im Stoffwechsel zusammen besprochen wird. Ihre Ausscheidungsbedingungen stehen in gewissem Wechselverhältnis, indem einerseits das Verhältnis der NaCl-Ausfuhr zur Zufuhr sich nach dem Stoff- und Wasserumsatz richtet, anderseits Wasser zur Ausscheidung von NaCl durch die Nieren benötigt wird. Sie sind also stets aufeinander angewiesen und nur unter bestimmten Bedingungen gelingt es, ihren Umsatz bis zu einem gewissen Grade unabhängig voneinander zu gestalten.

In den folgenden Untersuchungen wird versucht, diese Wechselbeziehungen näher kennen zu lernen.

Beide Hunde befinden sich während der meisten Perioden in annäherndem Stickstoffgleichgewicht. Da auch das Körpergewicht sich auf ziemlich gleicher Höhe hält, haben wir nicht mit länger dauernden oder gröfseren Veränderungen des Wasser- und Kochsalzwechsels zu rechnen, die durch Ansatz oder Verlust von Körpersubstanz bedingt sind. Auf Ausnahmen wird später zurückzukommen sein. Die Kochsalzzufuhr von 3 g bei den Hunden entspricht rund 30 g pro die für einen mittelkräftigen Menschen, ist also ziemlich hoch. Auf die Nahrung samt Wasser berechnet, macht sie ungefähr eine 0,75 proz., auf das Wasser allein eine 1proz. Lösung aus, nähert sich also der physiologischen (0,85 %).

Bei gleichmäfsiger NaCl-Zufuhr sehen wir nun auch (z. B. bei Hund 1 vom 12. XI. ab) die von Voit[1]) beobachteten täglichen Schwankungen, die bis 10—15 % nach oben und unten von der mittleren Ausfuhr betragen können. Die periodischen Schwankungen sind nicht so deutlich wie bei Voit, was in der Versuchsanordnung liegt; immerhin könnte man plötzliche Mehrausscheidungen, wie sie nach Retention von NaCl z. B. am 28. XI., 3. XII., 22. II. bei Hund 1 auftreten, als derartige »Krisen« ansehen; stets ist dabei die Wassermenge des Urins mehr oder minder erhöht. Die NaCl-Ausfuhr der Nachtage wechselt, obwohl an diesen »kritischen« Tagen nicht alles vorher retinierte NaCl ausgestofsen wird; das einemal geht sie unter das Mittel zurück (28. XI.), sie kann aber auch der Einfuhr entsprechen (3. XII.); oder die Mehrausscheidung dauert sogar

1) C. Voit, Untersuch. über den Einfluſs d. Kochsalzes, München 1860.

einige Tage an (22. II.; doch könnte sie hier auch durch die Ausfuhr von überschüssigem Wasser veranlafst sein).

Gibt man nun an einem Tage eine gröfsere Menge Kochsalz zur Nahrung, so wird dieses, wie schon oben gezeigt, mit Hilfe von Wasser ganz oder zum gröfsten Teile wieder ausgeschieden. Die zur Elimination des NaCl nötige Wassermenge wird, wenn man beliebig viel trinken läfst, aus dem eingeführten Wasser gedeckt. Beschränkt man jedoch die Wasserzufuhr, so mufs das Harnwasser zum Teil aus anderen Quellen genommen werden. Dafür kommen in Betracht:

1. Das Wasser, das durch die Lungen abgegeben wird. Dafs dieses Atmungswasser jedoch nicht in dem Mafse, wie Voit auf Grund seiner Berechnung ursprünglich annahm, daran beteiligt ist, geht ans einer aus dem Voitschen Laboratorium stammenden Arbeit Straubs[1]) hervor. Straub fand nämlich, dafs bei einem in N-Gleichgewicht befindlichen Hunde in einer extremen Durstperiode diese Gröfse nur um 12% geringer war als bei genügender Wasserzufuhr. Da durch NaCl bei gleichmäfsiger Wasserzufuhr nun die Urinmenge vermehrt ist, ohne dafs dafür eine Kompensation durch Wasseraufnahme erfolgt, so befindet sich auch hier das Tier im Durstzustande und das Resultat des Straubschen Versuches kann wohl auch auf die vorliegenden Versuche bezogen werden.
2. Das bei der Oxydation des Wasserstoffs der eingeführten Nahrung entstandene Wasser. Wie Straub gleichfalls am Hunde gezeigt hat, ist Durst ohne Einflufs auf die CO_2-Abgabe. Es findet also keine vermehrte Fettzersetzung statt. Umgekehrt hat Salomon[2]), wenigstens für den Menschen, nachgewiesen, dafs auch durch Wasserzufuhr keine Einsparung an Fett erzielt wird. Ferner ist durch Straubs und meine Versuche festgestellt, dafs Kochsalz den N-Umsatz zwar sicher, aber nur wenig beeinflufst. Der Stoffumsatz ist also in den vorliegenden

1) Straub, Zeitschr. f. Biol. 1899, Bd. 38 S. 537.
2) Salomon, Über Durstkuren, besonders bei Fettleibigkeit. Berlin 1905.

Versuchen nur wenig verändert, so dafs auch die Änderung in der Menge des gebildeten Oxydationswassers nur gering zu veranschlagen ist[1]).

3 Als letzte Möglichkeit bleibt das im Körper vorhandene Wasser übrig, um den Mehrbedarf an Harnwasser zu decken. Der Körper wird also wasserärmer und dem entspricht auch die Gewichtsabnahme, die wir regelmäfsig an den Tagen erhöhter Kochsalzeinfuhr sehen. Nach dem Gesagten ist der Fehler nicht allzu grofs, wenn wir diese Gewichtsdifferenzen hauptsächlich auf den Verlust an Körperwasser beziehen.

Der Gewichtsverlust ist allerdings nicht ganz gleichmäfsig, was mit den oben erwähnten Fehlerquellen, zu denen noch das Mitwägen von nicht ausgeschiedenem Kot tritt, zusammenhängt. In meinen Versuchen schwankt er bei einem Plus von 5 g NaCl (im ganzen also 8 g NaCl-Zufuhr) zwischen 50 und 170 g, hält sich aber meistens näher dem höheren Werte.

Gibt man jedoch zugleich mit dem Kochsalz Wasser, so kann je nach der Menge des Wassers das Körpergewicht unverändert bleiben, oder sogar ansteigen (Hund 2, 16. XII.), wenn der Körper vorher nicht seinen Normalbestand an Wasser erreicht hatte. —

An manchen Tagen mit reichlicher NaCl-Zufuhr wird nun nicht die ganze NaCl-Menge wieder abgegeben, was zuweilen seinen Grund in einer relativen Insuffizienz der Nieren haben kann, wie oben ausgeführt worden ist; zweitens wird retiniert, wenn vor dem Versuchstage ein Plus von NaCl ausgeschieden worden war. Am Versuchstage erfolgt dann jedesmal NaCl-Retention ohne gleichzeitige Wasserretention (siehe Hund 1, 9. XII. 29. I.); dafs dagegen auch bei der niedrigen konstanten NaCl-Zufuhr von 0,34 g pro die eine NaCl-Zulage nicht retiniert zu werden braucht, insofern nur der NaCl-Bedarf im Körper gedeckt ist, zeigt der Versuch an Hund 1 vom 11. III. — Fällt die tägliche NaCl-Zufuhr unter das Bedürfnis des Körpers, so dafs

1) Die Versuche Heilners (Zeitschr. f. Biol. 1906, Bd. 49 S. 373) nach welchem vermehrte CO_2-Ausscheidung bei sehr reichlicher Wasserzufuhr eintritt, sind am hungernden Tier angestellt, kommen also hier nicht in Betracht.

dieser ständig von seinem Bestand abgibt, so bleibt NaCl im Körper zurück, wie der folgende Versuch zeigt.

Das Tier, Hund 1, stand unter gleicher Kost und Wasserzufuhr wie gewöhnlich, mit 200 ccm Wasserzugabe; die NaCl-Zulage war schon seit einigen Tagen ganz fortgelassen worden (NaCl in der Nahrung = 0,146 g).

Versuch	Urinmenge	Spez. Gew.	NaCl		NaCl-Bilanz	Bemerkungen
			%	g		
9./10.	290	1024	0,110	0,318	- 0,172	
10./11.	277	1024	0,094	0,259	— 0,113	
11./12.	345	1021	0,070	0,242	— 0,096	
12./13.	**296**	**1029**	**0,842**	**2,494**	**+ 0,652**	+ 3,0 NaCl
13./14.	413	1017	0,135	0,556	— 0,410	in toto 3,146
14./15.	304	1021	0,070	0,213	— 0,067	
15./16.	362	1021	0,070	0,254	— 0,108	

Es geht klar daraus hervor, wie wichtig es ist, zur Beurteilung der Wirkung einer einmaligen NaCl-Zufuhr den Bestand und damit das Bedürfnis des Körpers an Na-Cl zu kennen[1]).

Ähnlich ist das Verhalten beim Übergang von einer NaCl-armen in eine NaCl-reiche Periode und umgekehrt, wo der Ausgleich nur allmählich stattfindet. Viel rascher tritt er ein, wenn zu einer schon vorher NaCl-reichen Kost noch eine Zugabe von NaCl verfüttert wird, wie dies auch schon aus den letzten Versuchen Voits ersichtlich ist. Ist dagegen an den Vortagen NaCl zurückbehalten worden, so kann am Versuchstage, eventuell auch den folgenden, sogar eine Mehrausscheidung einsetzen; es scheint fast, als ob NaCl-Zufuhr zuweilen eine sog. Krise einleiten könne (Hund 1, 6. XII. S. 35).

Drittens kann man durch gröfsere Wassergaben, die den Ersatz verloren gegangenen Wassers bezwecken, die Retention kleiner Kochsalzmengen erleichtern, die sonst am Nachtage zum Teil oder ganz wieder ausgeschieden würden. In den

1) Ich erwähne nur noch den Versuch von Forster, Zeitschr. f. Biol. 1873, Bd. 9 S. 297, in dem ein durch lange Zeit NaCl-frei ernährter Hund eine Zulage von 5 g NaCl fast ganz retinierte.

folgenden Tabellen sind einige Werte zum Vergleich angeführt, die aus den Haupttabellen zusammengestellt sind.

I.

NaCl-Ausfuhr **ohne** Wasserzugabe am Nachtag.

					Bilanz	
1.	Hund 1 Vers.	15./16. XI.	NaCl-Tag	+ 0,5 NaCl	— 80 H_2O	
			Nachtag	— 0,6 »	+ 80 »	
2.	» 1 »	22./23. II.	NaCl-Tag	+ 0,8 »	—160 »	
			Nachtag	— 0,3 »	+ 60 »	
3.	» 2 »	6./7. XII.	NaCl-Tag	+ 0,3 »	— 60 »	
			Nachtag	— 0,9 »	+ 70 »	

II.

NaCl-Ausfuhr **mit** Wasserzugabe am Nachtag.

					Bilanz	
1.	Hund 1 Vers.	29./30. I.	NaCl-Tag	+ 2,9 NaCl	—150 H_2O	
			Wassertag (200 ccm)	— 0,0 »	+150 »	
2.	» 1 »	26./27. III.	NaCl-Tag	+ 0,6 »	—200 »	
			Wassertag (200 ccm)	— 0,1 »	+240 »	
3.	» 2 »	29./30. I.[1]	NaCl-Tag	+ 2,5 »	—110 »	
			Wassertag (200 ccm)	— 0,2 »	+110 »	
4.	» 2 »	28./29. III.	NaCl-Tag	+ 0,6 »	—170 »	
			Wassertag (300 ccm)	+ 0,1 »	+300 »	

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dafs NaCl nicht immer in physiologischer Lösung retiniert wird. Der Bestand des Organismus an NaCl ist dabei mafsgebend; in Versuch 1 und 3 der Tab. I wird trotz der Wasserretention am Nachtage noch ein Plus von NaCl abgegeben; erst die stärkere Wasserzufuhr in den Versuchen der Tab. II bewirkt, dafs das am NaCl-Tage retinierte NaCl nicht oder nur zu einem Bruchteile wieder den Körper verläfst. In Versuch 1 und 3 wird der Körper nur kochsalz-, aber nicht wasserreicher, in 2 und 4 bleiben auf 40 g Wasser 0,5 bzw. auf 130 0,7 g NaCl zurück.

Anderseits kann auch Wasser ohne Kochsalz zurückbehalten werden, wie eben die Zahlen 1 und 3 der Tab. I zeigen und noch mehr ein anderer Versuch (Hund 2, 1. IV. S. 45) in welchem das Tier nach Retention von 2,2 g NaCl, bei NaCl-armer Nahrung (sie enthielt nur 0,146 g NaCl) 160 g Wasser ansetzte und trotzdem 0,74 g NaCl noch abgab. Sonst sehen wir jedoch immer

1) In der Haupttabelle nicht angeführt.

wiederkehrend, genügende NaCl-Zufuhr vorausgesetzt, dafs die Retention von Wasser stets in stärkerem oder schwächerem Mafse auch NaCl-Retention veranlafst.

Viertens braucht endlich ein Teil der NaCl-Zulage nicht wieder im Urin zu erscheinen, wenn Körpersubstanz angesetzt wird, worauf später zurückzukommen ist.

Der Einflufs des Wassers auf die NaCl-Ausscheidung.

Der Einflufs des Wassers, das zugleich mit dem NaCl oder am Nachtage eingeführt wird, ist eben besprochen worden. Es ist noch die Wirkung einmaliger Wasserzufuhr, die eine Vermehrung der Urinmenge bewirkt, also nicht oder nur zum Teil im Körper zurückbehalten wird, zu erwähnen. Bekanntermafsen wird nach Zufuhr abundanter Wassermengen, wie sie das Tier niemals von selbst einnimmt, beim Hungertier ein kleines Plus von NaCl im Urin gefunden, das wohl mit Sicherheit auf Ausschwemmung zurückzuführen ist, da es nicht der Menge der zersetzten Substanz entspricht, sondern sie übersteigt. Auch bei dem unter Nahrungszufuhr stehenden Tiere kann man durch einmalige Wasserzufuhr eine Abgabe von NaCl erzielen. Bei Hund 1 sehen wir auf Zugabe von 200 ccm Wasser (9. XI. S. 35) ein Plus von 0,9 NaCl im Harn erscheinen, wovon am nächsten Tage sofort wieder etwas eingespart wird. Das Tier nahm allerdings zu dieser Zeit an Gewicht ab (wahrscheinlich infolge von Fett- und Wasserverlust). Auch bei der Steigerung der Wasserzufuhr am 21. II. S. 38 wird NaCl abgegeben. Aus dem geringen Plus an NaCl und daraus, dafs mehrmalige Wasserzufuhr nicht stets den gleichen Effekt hat, kann man auch für dasgenannte Tier schliefsen, dafs es sich nur um Ausschwemmung handelt. Hat der Organismus dagegen kein NaCl frei zur Verfügung, d. h. steht er an der unteren Grenze des normalen Bestandes oder schon unterhalb derselben, so ist Wasserzufuhr ohne Erfolg. Wassergaben bei geringer NaCl-Zufuhr, wie am 18. IV. und 25. IV. S. 40, wo allerdings die Urinmengen nicht entsprechend zunahmen, bewirkten daher keine Mehrausscheidung von NaCl. Gröfsere Wassermengen mögen vielleicht auch hier noch eine kleine Mehrabgabe von

NaCl erzielen. Ähnliche Verhältnisse bestehen beim Menschen, wo durch einmalige H_2O-Zufuhr eine NaCl-Ausschwemmung bewirkt werden kann, die sich nach der Menge des vorher im Körper verbliebenen NaCl richtet; mehrmalige Wasserzufuhr hat nicht den gleichen Erfolg.

Andauernde reichliche Wassereinnahme ist auf den NaCl-Stoffwechsel ohne Einfluſs, soweit auch hier nicht das Wasser zum Ansatz dient und dadurch auch zur N-Retention führt; keinesfalls wird das im Körper vorhandene Quantum NaCl durch mäſsige Wassergaben verringert; in den Versuchen vom 21.—28.II. S. 38 mit 3,0 g NaCl-Zugabe besteht Gleichgewicht, und bei der niedrigen NaCl-Kost vom 25.—30. IV. S. 40 ist unter Wasserzufuhr der tägliche NaCl-Verlust von 0,14 g auch kaum gröſser als der der wasserärmeren Vorperiode vom 18.—25. IV. mit 0,13 g.

Der Wasserbestand des Körpers scheint auch innerhalb einer gewissen Breite schwanken zu können, so daſs wenigstens für kürzere Zeit mehr Wasser aufgenommen wird, als nötig ist. Die anfängliche Gewichtszunahme nach Wasserzufuhr bei gleichen N-und NaCl-Mengen in der Nahrung und die folgende Abnahme und Urinvermehrung in der Periode vom 18. II.—1. III. S. 38 (Hund 1) deuten darauf hin. Dabei wird noch N retiniert, so daſs trotz Fleischansatz Abnahme des Körpergewichts erfolgt. Ähnliches Verhalten zeigt die Periode vom 25.—30. IV. S. 40.

C. Der NaCl-Stoffwechsel bei Ansatz oder Verlust von Körpersubstanz.

Während der Zeit vom 26. XI. bis 22. XII. S. 42 befand sich Hund 2 bei gleichmäſsiger Nahrung, die schon einige Zeit vorher gegeben worden war, in positiver Stickstoffbilanz. Die Retention von 20,7 g N entspricht einem Fleischansatz von rund 620 g; in der gleichen Zeit nahm das Körpergewicht um 600 g zu. Bis zum 16. XII. wurden bei einer Gewichtsuznahme von 430 g nur 6,7 g NaCl angesetzt, auf 100 g Gewichtszunahme also 1,56 g NaCl, was eine physiologische Lösung übersteigt. Es war also zuviel retiniert worden, und dieser Überschuſs wird in der folgenden Zeit vom 16.—22. XII. wieder abgegeben, trotzdem der N-Ansatz fortdauert. Das Resultat ist, daſs während der ganzen Periode

des N-Ansatzes auf 600 g Gewichtszunahme 6,4 g NaCl im Körper verbleiben, ungefähr entsprechend einer physiologischen Lösung (1,07 %). Später befindet sich das Tier zumeist im N-Gleichgewicht. Auch während dieser Zeit des Fleischansatzes findet die NaCl-Ausscheidung nicht regelmäfsig statt, sondern es wechseln Perioden von NaCl-Verlust und -Ansatz. —

Einen entsprechenden NaCl-Ansatz von 12,5 g auf etwas mehr als 1 kg Gewichtszunahme hatte Harnack[1]) bei seinem Hunde zu verzeichnen.

Umgekehrt findet bei dauerndem Gewichtsverlust eine Mehrausscheidung von NaCl statt, wie vom 4.—12. XI. S. 35 bei Hund 1. Auf 230 g Gewichtsabnahme treffen 1,27 g NaCl, d. i. eine 0,55 proz. Lösung; es wird vermutlich nicht alles frei gewordene NaCl abgegeben, sondern ein Überschufs im Körper behalten, wie auch der Ausschwemmungsversuch vom 9. XI. zeigt. Der Gewichtsverlust ist hier wohl hauptsächlich auf Fett zu beziehen, da N-Gleichgewicht bestand und er durch Mehrzufuhr von N sofort behoben werden konnte. Da das Tier aufserdem schon längere Zeit vorher die gleiche Kochsalzmenge erhalten hatte, konnte es sich auch schon auf die entsprechende Wasserbilanz einstellen.

Im Einklang mit diesen Befunden steht, dafs bei Stoffansatz an den Nachtagen der NaCl-Versuchstage ohne Wasserzugabe gleichfalls noch NaCl retiniert wird (Hund 2, 29./30. XI. S. 42 und vom 9. XII. ab), was sonst nicht der Fall ist, und ferner bei Stoffverlust trotz mangelnder Retention am NaCl-Tage an den Nachtagen gröfsere NaCl-Mengen den Körper verlassen (Hund 1, 19./22. XI. S. 35). Die Werte finden sich in folgender Tabelle berechnet.

			Körperveränderung	
ad 1) Hund 2.	29./30. XI.	NaCl-Tag	+ 0,7 NaCl	— 80 H_2O
		3 Nachtage	+ 1,2 »	+ 130 »
	9./10. XII.	3 NaCl-Tage	+ 2,4 »	ca. — 400 »
		4 Nachtage	+ 1,2 »	+ 530 »
ad 2) Hund 1.	19./20. XI.	NaCl-Tag	— 0,2 »	— 140 »
		2 Nachtage	— 0,7 »	+ 50 »

1) Harnack u. Kleine, Zeitschr. f. Biol. 1899, Bd. 37 S. 417.

Die gesamte bei dem Fleischansatz zurückbehaltene NaCl-Menge ist natürlich nicht auf Bindung des NaCl durch Eiweifs zu beziehen, denn das gefundene NaCl würde sich nach Forster und Voit für 620 g Fleisch nur auf ca. 0,7 g NaCl berechnen, während tatsächlich 6,4 g NaCl retiniert werden. Der Rest wird sich vermutlich auf Blut, Lymphe und verschiedene Organe verteilen und so als freies ungebundenes Kochsalz zirkulieren. — Vom 3. bis 15. IV. S. 45 verlor Hund 2 auch wesentlich mehr Kochsalz, als der Abnahme an Eiweifs entsprochen hätte. Es ist immerhin auffallend, dafs Kochsalzansatz und Abgabe stets in ungefähr physiologischer Lösung stattfinden, während man bei den Analysen der verschiedensten Organe niemals derartig hohe Zahlen für Kochsalz gefunden hat.

D. Die Wirkung von Kochsalz und Wasser auf den Stickstoffwechsel.

Auf Grund längerer Versuchsreihen an Rindern und Hammeln nahm man an, dafs Zusatz von Kochsalz zum Futter das Wachstum beschleunige; im Gegensatz dazu stand die von Voit seinerzeit bestätigte Angabe, dafs auf NaCl-Zufuhr die Harnstoffmenge im Urin vermehrt sei. Es fällt jedoch schon hier auf, dafs in Parallelversuchen bei gleicher NaCl-Zulage die ausgeschiedene Harnstoffmenge nach Wasserzufuhr jedesmal kleiner ist als ohne Wasserzufuhr[1]).

Die N sparende Wirkung hätte man also dem Wasser zuschreiben können, während damals Voit nur aus der vermehrten Urinmenge auf vermehrte Säfteströmung und gesteigerten N-Umsatz schliefst, dem Wasser also eine N zersetzende Wirkung zuschreibt. Sein einziger Versuch mit H_2O-Zufuhr ist nicht beweisend, da er an einem Hungertage angestellt und die zugeführte Wassermenge aufserordentlich grofs ist. Voits Versuche wurden in seinem eigenen Laboratorium weitergeführt und kamen schliefslich auch zu einem anderen Resultat.

1) Es ist hier am Platze, auf einen Druckfehler in Voits Arbeit Seite 65 hinzuweisen. Die Bezeichnungen »mit« und »ohne« Wasseraufnahme sind verwechselt. So ergibt sich in der Tat nach Wasserzufuhr eine Zunahme der N-Ausscheidung. In der Haupttabelle sind die Zahlen richtig angegeben.

Dubelir beobachtete bei NaCl-Gaben von 3—10 g für einen Hund von 9,1 kg eine deutliche Verminderung der N-Ausfuhr, die besonders am ersten Tage ausgesprochen war. Gleichzeitige Wasserzufuhr schien eine Steigerung von N zu bewirken. Dubelir schlofs daher, »dafs bei gröfseren Kochsalzgaben durch Herabsetzung der Zersetzungsfähigkeit der Zellen weniger Eiweifs zur Zersetzung gelangt und bei kleinen Gaben die Stickstoffausscheidung steigernde Wirkung der vermehrten Wasseraufnahme vorwiegt«.

Versuche von Gabriel[1]) an Hammeln und von Pugliese[2]) bestätigen teilweise dieses Ergebnis.

Jedoch erst die Straubschen[3]) Versuche führten zu einem einwandfreien Resultat. Straub verfütterte in mehreren Versuchsreihen an einem Hund verschieden grofse Gaben von NaCl (bis 1,1 g pro kg) ohne Steigerung der Wasserzufuhr und fand regelmäfsig an den ersten Kochsalztagen eine deutliche Einsparung von Eiweifs, die nach und nach einer Mehrausscheidung wich, welche sich noch einige Tage in die NaCl-arme Nachperiode erstreckte. Gleichzeitige Wasserzufuhr verhinderte dagegen den N-Verlust. Die negative N-Bilanz der späteren Tage wurde auf Rechnung des Wasserverlustes, der durch Vermehrung der Harnmenge entsteht, geschrieben und diese Annahme in einer zweiten Arbeit bewiesen. Das Resultat dieser ist, gröfstenteils in Bestätigung der Landauerschen Versuche, dafs 1—2 Tage nach Beginn der Durstperiode eine erhebliche Mehrabgabe von N eintrat, die noch einige Tage der Nachperiode anhielt, worauf langsam wieder positive Bilanz eintrat. Die Erhöhung der Phosphorsäureausscheidung blieb auf die Durstperiode und den ersten Nachtag beschränkt. Die nachträgliche N-Ausscheidung wird auf eine in die Nachperiode fortdauernde Mehrzersetzung von Eiweifs zurückgeführt, da der Rückgang der N-Ausscheidung zum Normalen mit der Herstellung des normalen Wassergehaltes des Körpers zusammenfällt, der erst nach mehreren Tagen wieder erreicht wird. Es sind also keine Schlacken, die nachträglich ausgeschwemmt werden. Überschwemmung des Körpers mit Wasser bedingte keine Steigerung der N-Ausscheidung (im Gegensatz zu den

1) Gabriel, Zeitschr. f. Biol. 1892, Bd. 29 S. 554.
2) Pugliese, zit. bei Straub.
3) Straub, Zeitschr. f. Biol. 1899, Bd. 37 S. 527; Bd. 38 S. 537.

Hungertieren von Voit und Heilner[1]). — Fettzerfall fand während der Dursttage nicht statt.

Auch die von Spiegler[2]) beobachtete geringe Verminderung der Eiweifszersetzung am ersten Dursttage, die auf verlangsamte Resorption der Nahrungsstoffe im Darm zuruckgeführt wird, geht später in eine Mehrzersetzung über. Dennig[3]) und Salomon[4]) fanden für den Menschen ebenfalls Mehrzersetzung von Eiweifs.

Das Kochsalz an und für sich erspart also nach allen diesen Versuchen Eiweifs; die durch länger dauernde gröfsere NaCl-Gaben hervorgerufene Mehrzersetzung ist lediglich auf die Verarmung des Körpers an Wasser zurückzuführen.

Meine Versuche bestätigen diese Resultate und ergänzen einige Punkte. Bei einmaliger gröfserer NaCl-Zulage kommt die eiweifssparende Wirkung des NaCl häufig zum Ausdruck, wenn auch nicht immer so deutlich wie bei Straub. Hier einige Beispiele:

		N-Ausfuhr im Urin	Differenz gegen die mittlere N-Abgabe
Hund 1 19./20. II.	Mittel aus je 2 Vor- und Nachtagen	6,64	—
	Versuchstag (+ 5 g NaCl)	5,98	+ 0,66
	Nachtag	7,18	— 0,54
22./23. II.	Mittel aus je 2 Vor- und Nachtagen	6,04	—
	Versuchstag (+ 5 g NaCl)	5,13	+ 0,91
	Nachtag	6,44	— 0,40

Die Einsparung an N ist jedoch nicht an allen Versuchen (siehe Haupttabellen) deutlich; vielfach fällt blofs die Mehrausscheidung von N am Nachtage auf. Das Fehlen der N-Einsparung liefse sich so erklären, dafs die mittlere NaCl-Menge schon ziemlich hoch ist, und dafs infolge der Wasserentziehung am Versuchstage die NaCl-Wirkung nicht mehr rein zur Geltung

1) E. Heilner, Zeitschr. f. Biol. 1904, Bd. 47 S. 538.

2) Spiegler, Zeitschr. f. Biol. 1901, Bd. 41 S. 239.

3) Dennig, Zeitschr. f. diät. u. physikal. Therapie 1898 u. 1899, Bd. 1 u. Bd. 2.

4) Salomon, a. a. O.

kommen kann, sondern durch die entgegengesetzte des Wasserverlustes paralysiert wird. Die Mehrausscheidung von N am Nachtage beruht auf einer Nachwirkung des Wasserverlustes, denn sie ist bei den Versuchen mit gleichzeitiger Wassergabe (Hund 1 u. 2, 16./17. XII. S. 36 u. S. 42) geringer und fehlt gänzlich oder fast ganz in den Versuchen mit Wasserzufuhr am Nachtage (Hund 1, 29. I. S. 37, 26. III. S. 39; bei Hund 2, 29. III. S. 45 besteht leichte Mehrausscheidung). Im letzten Falle kann man sich das Fehlen der negativen Endbilanz durch rasche Ausschaltung der Nachwirkung erklären, doch ist auch eine geringe Retention von Schlacken nicht auszuschliefsen.

Versuche siehe folgende Tabelle.

		N-Ausfuhr im Urin	Differenz gegen die mittlere N-Abgabe
Hund 1. 16./17. XII.	Mittel aus je 2 Vor- und Nachtagen	6,08	—
	Versuchstag . . . . . (+5,0 NaCl +170 OH_2)	6,12	— 0,04
	1. Nachtag	6,79	— 0,71
Hund 2. 16./17. XII.	Mittel aus je 2 Vor- und Nachtagen	5,85	
	Versuchstag . . . . . (+5,0 NaCl +170 OH_2)	5,49	+ 0,36
	1. Nachtag	5,87	— 0,02
Hund 1. 25./26. III.	Vortag	6,56	—
	Versuchstag (+7,0 NaCl)	7,02	— 0,46
	1. Nachtag (+300 H_2O) .	6,15	+ 0,41

Bei den mehrtägigen hohen NaCl-Gaben ist die Einschmelzung N haltiger Substanz nach anfänglicher Einsparung nur am Hund 1 (9./11. XII.) deutlich, weniger am Hund 2.

Mehr in die Augen fällt noch der Einflufs des NaCl, wenn man die Bilanz ganzer Perioden zieht, wie sie in folgender Tabelle noch einmal zusammengestellt sind.

Periode	N-Bilanz		Zufuhr pro die	
	pro Periode	pro die	Wasser	NaCl
				g
13.—18. II.	— 0,943	— 0,188 [1])	275	3,1
18. II. — 1. III.	+ 2,659	+ 0,241	475	3,1
1.—6. III.	— 4,582	— 0,916	275	3,1
6.—17. III.	— 2,769	— 0,251	»	0,3—0,6
17.—23. III.	+ 2,911	+ 0,485	»	3,1
18.—25. IV.	+ 5,709	+ 0,813	»	0,3
25. III. — 1. V.	+ 5,443	+ 0,907	475	0,3

1) Nach Abzug des N-Verlustes am K_2CO_3-Tage betragen die Werte — 0,443 p. P. — 0,0886 g N p. die.

Betrachten wir bei Hund 1 die Periode kochsalzarmer Nahrung vom 6.—17. III. und die folgende NaCl reiche Nahrung, so stellt sich bei ersterer ein Defizit von 2,77 g N heraus, bei letzterer ein Plus von 2,91 g N. Durch die Zutat von Kochsalz wird also erheblich Eiweifs eingespart. Die NaCl reichere Periode vom 1.—6. III. kann nicht zum Vergleich herangezogen werden, da sie auf eine Periode mit reichlicher Wasserzufuhr folgt; denn dafs die gleiche Kochsalzgabe in diesem Falle eine andere Wirkung ausübt, zeigt der Vergleich der vorangehenden Abschnitte. Vom 13.—18. II. war bei gleicher Zufuhr von 3 g Kochsalz (wenn man von dem Verluste an dem Tage, an dem Kaliumkarbonat gegeben wurde, absieht) ungefähr N-Gleichgewicht vorhanden. Das Tier erhielt darauf eine dauernde Wasserzulage; die Folge war, dafs in diesem Zeitabschnitte 2,66 g N angesetzt wurden. Nach Entziehung dieser Wasserzulage büfste das Tier unter Wasserverlust dann wieder 4,58 g N ein. Die Wirkung des Wassers ist also unter diesen Versuchsbedingungen nur eine relative, denn die Hunde sind bei der für 275 g Gesamtwassereinfuhr ziemlich grofsen NaCl-Menge von 3 g als Dursttiere zu betrachten. Sie setzen sich dabei allerdings in ein gewisses Wasser- und Stickstoffgleichgewicht, doch ist es nur ein erzwungenes. Dafs hier das Wasser nur insofern von Einflufs ist, als es den Durst des Tieres stillt und damit den erhöhten Durststoffwechsel beseitigt, geht aus 2 Versuchsreihen am gleichen Tiere hervor,

in denen bei niedriger NaCl-Zulage von 0,2 g der N-Stoffwechsel ohne und mit Wasserzusatz verglichen wurde. Vom 18.—25. IV. befand sich Hund 1 auf dem für 0,34 g Kochsalz und 275 g Gesamtwasser eingestellten Wasserbestand und setzte in dieser Zeit 5,7 g N an. In der folgenden Periode mit 475 g Wasser schritt der Ansatz von Stickstoff ziemlich gleichmäfsig weiter; der Unterschied betrug nur für einen Tag 0,81 gegen 0,9 g N-Ansatz. Es ist auch schon mehrfach bestätigt worden, dafs Wasserzufuhr keinen Einflufs auf die N-Zersetzung ausübt. Ich erwähne nur kurz die Versuche von Neumann[1]) und Gruber[2]).

Straub hatte anfangs die Vermutung geäufsert, die verminderte N-Abgabe an den Kochsalztagen könne vielleicht auf retinierten Stickstoff bezogen werden, der nachträglich wieder ausgeschwemmt würde, sie jedoch später selbst als unwahrscheinlich bezeichnet. Dafs Na Cl-Zufuhr tatsächlich ohne Einflufs auf die Ausscheidung des am meisten in Betracht kommenden Abbauproduktes, des Harnstoffs, ist, zeigen folgende Versuche: Gibt man den Tieren zu der gewöhnlichen Kost Harnstoff, so findet sich bekanntermafsen das Stickstoffäquivalent prompt am nächsten Tage im Urin wieder. (Versuch Hund 1 und 2, 14. I.) Führt man gleichzeitig ein Plus von NaCl ein, so wird in der gleichen Weise aller Harnstoff abgegeben (Hund 1, 29. III. S. 39). Eine Retention von Harnstoff findet also nicht statt. Der Gegenbeweis, dafs NaCl einen verlangsamenden oder schützenden Einflufs auf die Zersetzung von mehr eingeführtem Eiweifs ausübt, gelang leider nicht einwandfrei. Zwei Versuche, in denen ein Einflufs zu konstatieren war, standen vermutlich noch unter Einwirkung einer zufälligen Urethanvergiftung; im dritten Falle bei Hund 2 (4./5. IV. S. 45) trat sogar eine unaufgeklärte Mehrausscheidung von Stickstoff ein, im vierten war die N-Menge des Urins ebenso grofs wie ohne Kochsalzzufuhr. Die Versuche sind daher nicht weiter angeführt.

Aus den mitgeteilten Untersuchungen geht jedenfalls für das Tier einwandfrei hervor, dafs Kochsalz Eiweifs spart, solange keine Wasserentziehung dabei stattfindet, möglicherweise nach der Gruberschen Ansicht durch Verlangsamung der Aufnahme. In mäfsigen Mengen eingeführtes Wasser übt keinen Einflufs auf den N-Wechsel aus; nur wenn es dazu dient, verloren gegangenes Wasser zu ersetzen, wirkt es sparend.

1) Neumann, Archiv f. Hyg. 1899, Bd. 36 S. 248.
2) Gruber, Zeitschr. f. Biol. 1901, Bd. 42 S. 407.

In Versuchen am Menschen zeigt sich bei einmaliger Kochsalzzufuhr, die allerdings infolge des Widerwillens der Versuchspersonen nicht die entsprechend hohen Werte wie beim Tier erreichen kann, — das Maximum der Aufnahme beträgt ungefähr 30 g Kochsalz pro die — die Einschränkung der Stickstoffausscheidung nicht. Auch in keinem der veröffentlichten Diabetes insipidus-Fälle ist an den Kochsalztagen eine verminderte N-Ausscheidung erfolgt.

E. Die Ausscheidung des Harnstoffes durch die Nieren.

Seit Voit ist es bekannt, dafs eingeführter Harnstoff sofort quantitativ den Organismus wieder verläfst und dabei eine beträchtliche Harnflut veranlafst, obwohl Harnstoff in noch konzentrierterer Lösung wie NaCl ausgeschieden werden kann[1]). Da es auf Grund einiger klinischer Beobachtungen von Interesse schien, die Wirkung gleichzeitiger Ausscheidung von Kochsalz und Harnstoff zu prüfen, so wurden einige Versuche in dieser Richtung angestellt. Bei der Untersuchung des Urins von Pneumonikern war nämlich aufgefallen, dafs Kochsalz- und Harnstoffgehalt des Urins häufig in direktem Gegensatze standen; daher war an die Möglichkeit gedacht worden, ob nicht Harnstoff die NaCl-Ausscheidung in den Nieren hemmen könnte. Auch am gesunden Menschen war gelegentlich diese Beobachtung gemacht worden.

Aus meinen Versuchen ergibt sich jedoch, dafs nicht der geringste Einflufs besteht (Hund 1 und 2, 14./15. I. S. 37 u. S. 43). Auch eine Zugabe von NaCl wurde wie sonst ausgeschieden (Hund 1, 29./30. III. S. 39). — Fleischzulagen übten keinen merklichen Einflufs aus, wenn man die im Fleische enthaltene Kochsalzmenge berücksichtigt.

Die Gesamtgröfse der Phosphatausscheidung ist nicht deutlich beeinflufst; bei Hund 1 kann man vielleicht eine geringe Vermehrung annehmen, der am nächsten Tage eine Minderausscheidung folgt.

1) Spiegler (a. a. O.) fand bei einem seiner Dursttiere 16,16 % $\overset{+}{U}$ im Urin, ohne dafs die Niere dabei gelitten hätte.

F. Die Wirkung von Kochsalz auf die Ausscheidung von Phosphaten auf die Nieren.

Bei der Prüfung der Funktionstüchtigkeit der menschlichen Nieren waren des öfteren Phosphate, hauptsächlich das Dinatriumphosphat, angewendet worden. Schon bei Normalversuchen variierten die Ausscheidungsgröfsen so erheblich, dafs es schwierig war, richtige Vergleiche zu ziehen. Erst neuerdings ist nachdrücklich von Oeri[1]) darauf hingewiesen worden, welchen Einflufs die in der Nahrung zugeführte Kalkmenge auf die Verteilung der Phosphate im Urin und Kot hat. Gleichzeitig zeigen die Versuche aber auch, in wie wechselnder Menge trotz gleicher Ernährung die Phosphate durch die Nieren ausgeschieden werden. Man wird also Schlüsse auf pathologische Verhältnisse beim Menschen nur mit Vorsicht ziehen dürfen.

Bei den gleichmäfsig ernährten Versuchshunden lagen die Ausscheidungsbedingungen einfacher. Der durch den Kot ausgeschiedene Anteil an P_2O_5 beträgt, falls nicht Phosphate zur Kost hinzugefügt waren, meist 8—12 % des im Urin ausgeschiedenen. Auffallend sind die häufigen starken Retentionen auch bei fehlendem N- oder Wasseransatz; sie finden sich übrigens auch bei anderen Untersuchern[2]).

Zur Prüfung kamen alle drei Natriumsalze der Phosphorsäure. Die Resultate finden sich in folgender Tabelle.

In sämtlichen Versuchen bewirkt das Phosphorsalz allein eine mäfsige Diurese. Zugleich steigt auch der prozentuale Gehalt des Urins an Phosphaten beträchtlich an; meistens wird sogar der gröfsere Teil des Salzes durch Konzentrierung ausgeschieden. Die Niere verhält sich hier den Phosphaten anders als dem Kochsalz gegenüber, da bei letzterem der Hauptanteil durch Vermehrung der Urinmenge entfernt wird.

Die einzelnen Salze werden nicht gleichmäfsig ausgeschieden, wobei allerdings zu bedenken ist, dafs dieselben wegen ihres verschiedenen Gehaltes an Kristallwasser ungleiche Wirkung

1) Oeri, Zeitschr. f. klin. Medizin 1909, Bd. 67 S. 288.
2) s. v. Bergmann, Archiv f. exp. Pharm. u. Path. 1902, Bd. 47 S. 77.

Versuch	Einnahme	Ausgabe im Urin g P_2O_5[1])	In % der Einnahme (auf P_2O_5 ber.)	Plus der Urinmenge ccm
Hd. 1. 1./2. I.	10,0 NaH_2PO_4 (= 5,141 P_2O_5)	2,8	55,2	160
» 2. » »	do.	2,75	53,5	50
» 1. 12./13. I.	10 g NaH_2PO_4 + 200 H_2O	3,8	74,0	140
» 2. » »	do.	3,84	74,8	125
» 1. 8./9. I.	10 g NaH_2PO_4 + 5,0 NaCl	4,2 (4,0)[3])	81,2 (77,8)[3])	260
» 2. » »	do.	4,3 (4,1)	83,6 (79,8)	220
» 1. 19./20.XII.	10 g Na_2HPO_4 (= 1,982 P_2O_5)	1,7	87,7	60
» 2. » »	do.	1,82	91,7	40
» 1. 4./5. I.	5,0 Na_3PO_4 (= 0,9335 P_2O_5)	0,8	86,3	35
» 2. » »	1,471 P_2O_5[2]) (als Na_3PO_4)	0,98	66,3	80

1) Nach Abzug der im Urin erscheinenden mittleren P_2O_5-Menge.

2) Es waren 10 g Na_3PO_4 gegeben worden, doch erbrach der Hund einen Teil davon, der dann zurückberechnet wurde.

3) Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die berechneten Werte der Phosphatausscheidung, wenn man die normalerweise durch NaCl bedingte Erhöhung abzieht.

entfalten. Aber auch die auf P_2O_5 berechneten Prozentverhältnisse differieren merklich.

Während das sekundäre und tertiäre Salz gröfstenteils im Urin wieder erscheint, erfolgt die Ausscheidung des primären normalerweise nur zur Hälfte. Durch Wasser- sowie gleichzeitige Kochsalzzufuhr läfst sich dieselbe jedoch bedeutend steigern. Wie haben wir uns diese auffällige Erscheinung zu erklären?

Einmal der Einflufs der Wasserzufuhr. Aus zahlreichen Versuchen von Löwi[1]), Bock[2]), S. Weber[3]) u. a. wird geschlossen, dafs eine einfache Wasserdiurese keine oder nur unregelmäfsige und geringe Vermehrung der im Blute schon vor-

1) Loewi, Archiv f. experim. Path. u. Pharm. 1902, Bd. 48 S. 410.

2) Bock, Archiv f. experim. Path. u. Pharm. 1908, Bd. 58 S. 227.

3) S. Weber, Archiv f. experim. Path. u. Pharm. 1906, Bd. 54 S. 1.

handenen Phosphate — im Gegensatz zu den Chloriden — nach sich zieht. Bei genauer Betrachtung mancher Versuche, vor allem der von Bock an Kaninchen, findet man jedoch, dafs öfter eine kurz dauernde Steigerung der Phosphatausscheidung stattfindet, meist vor oder mit dem Eintritt der Harnflut; darauf folgt manchmal eine Einsparung. In anderen Versuchen fehlt beides. In meinen Versuchen am Hunde tritt auch einige Male (Hund 1, 9./10. XI. S. 35 und 21./22. II. S. 37) eine leichte Mehrausscheidung von 0,9 resp. 0,4 g nach Wasserzufuhr auf, und ferner konnte E. Meyer[1]) bei seinen Diabetes insipidus-Fällen auch einen gewissen Parallelismus der Phosphatausscheidung mit der Wasserdiurese feststellen. Am normalen Menschen fand ich sie dagegen nie. Es scheint also nur ein quantitativer Unterschied im Einflufs der Diurese auf die für gewöhnlich im Blut befindlichen Phosphate und das eingeführte kristallinische Salz zu bestehen.

Anders ist die Wirkung der Wasserzufuhr, wenn das Wasser im Körper zurückbehalten wird. Hier sinkt die Menge der ausgeschiedenen Phosphate jedesmal deutlich (siehe Versuche Hund 1, 18. II., 18. IV., 25. IV. u. a.). Mit dem Wasser werden also gleichzeitig Phosphate retiniert. Hört der Wasseransatz auf, so fällt auch die Einsparung an Phosphaten wieder weg (Hund 1 vom 25. II. ab S. 38). Ein Ansatz von Stickstoff, der die Retention von Phosphaten erklären würde, findet nicht oder nur sehr spärlich statt.

Zweitens die Wirkung des Kochsalzes. An vielen Tagen mit NaCl-Zulage wurden erhöhte P_2O_5-Werte im Urin erhalten; manchmal ist auch die Phosphatmenge des Nachtages erhöht. Entgegen dem Befunde von Löwi ist im Tierversuch schon mehrfach konstatiert worden, dafs durch Diuretika die Ausscheidung der Phosphate gesteigert wird (Natriumsulfat + Kochsalz, Mittel der Koffeingruppe). E. Meyer sah das gleiche an einem Diabetes insipidus-Kranken, während diese Steigerung am Gesunden infolge der täglichen Schwankungen der Phosphatausfuhr nicht zu erkennen ist (eigene Versuche). In den Versuchen am Hunde beträgt die P_2O_5-Zunahme meistens 0,15 bis

1) E. Meyer, Habilitationsschr. München 1905.

0,2 g. Sie ist nur vorhanden, wenn ein Plus von NaCl gegeben wird, ohne deutlich mit der absoluten Menge des eingeführten Kochsalzes zu wachsen.

Die Ursache könnte zunächst in der mit der NaCl-Ausscheidung verbundenen Wasserentziehung gesucht werden, da die gleiche Erscheinung auch auftritt, wenn von reichlicher Wasserzufuhr plötzlich auf trocknere Kost übergegangen wird. (Steigerung bei Hund 1 vom 28. II. S. 38 ab um rund 0,15 resp. 0,37 g P_2O_5 ohne entsprechenden N-Verlust. Infolge des an den späteren Tagen eintretenden N-Verlustes bleiben dann natürlich auch die Werte von P_2O_5 höher als in der Vorperiode.) Umgekehrt werden bei Übergang von NaCl reicher zu NaCl armer Nahrung sofort Phosphate zurückbehalten, während noch N abgegeben wird (Hund 1 6./7. III. S. 38, 13./14. IV. S. 40).

Eine Reihe von Versuchen spricht jedoch dagegen, dafs die Mehrausscheidung bzw. Retention von Phosphaten nur dem Wechsel des Wassergehaltes im Organismus zuzuschreiben ist. Denn führt man mit dem Kochsalz zugleich Wasser ein, so dafs ein Verlust an Körperwasser vermieden wird, so tritt trotzdem eine Steigerung der Phosphatausfuhr ein (Hund 1, 1./2. V, Hund 2, 16./17. XII. S. 42; hier retinieren die Tiere sogar noch etwas Wasser). Auch verliert in den Perioden NaCl armer Kost der Körper auf Zugabe von 3 g Kochsalz nur wenig an Wasser, und gleichwohl steigt P_2O_5 deutlich an (Hund 1, 11./12. III. S. 39, Hund 2, 6./7. III. S. 44). Entzieht man endlich durch andere Mittel, — Harnstoff, Kaliumchlorid, Kaliumkarbonat — dem Körper Wasser, so bleibt die P_2O_5-Zunahme im Urin aus.

Da keine dauernde Wirkung des NaCl auf den Phosphorwechsel besteht, und auch die Bilanztabellen beider Hunde, für die tägliche Ausscheidung berechnet, keine Anhaltspunkte dafür geben, dafs die Phosphatausscheidung in den Darm durch Kochsalz vermehrt wird, so bleibt noch die Möglichkeit, dafs eine teilweise Umsetzung des eingeführten NaCl mit im Blute vorhandenen Phosphaten stattfindet oder, dafs eine direkte Einwirkung auf die Phosphatausscheidung in der Niere ausgeübt wird (soweit nicht Ansatz oder Abgabe von Stickstoff oder Wasser vorliegt).

Es soll an dieser Stelle nicht weiter auf die Deutungen eingegangen werden, die sich aus den mitgeteilten Versuchen auf den Zustand der Phosphorsäure im Blute oder auf die Art der Ausscheidung durch die Nieren ergeben: es wird an anderem Orte darauf zurückzukommen sein. Nur kurz soll noch die auffallende Tatsache erwähnt werden, dafs an den Tagen, an welchen das einbasische Salz mit und ohne Wasser, sowie das dreibasische gegeben wurde, die Tagesmenge an NaCl mehr oder weniger verringert ist (Hund 2 1./2. I S. 64 um 0,7 g); bei dem Dinatriumphosphat wurde diese Erscheinung hier nicht beobachtet, dagegen erwähnt E. Meyer dieses Vorkommnis bei einem seiner Diabetes insipidus-Kranken (Fall 2). Eine sichere Erklärung hierfür sowohl auf Grund der Rückresorptionstheorie wie der modifizierten Filtrations- und Sekretionstheorie steht noch aus.

Zweifellos geht aus meinen Versuchen hervor, dafs sowohl durch NaCl-Zulage wie durch Flüfsigkeitsbeschränkung eine Mehrausfuhr von Phosphaten stattfindet und dafs ferner die Ausscheidung des tertiärenNatriumphosphates durch die Nieren durch Wasser und noch mehr durch NaCl-Zufuhr gesteigert wird.

G. Die Wirkung einiger Kalisalze auf den Kochsalzwechsel.

Bei den grofsen Mengen von Kalisalzen, die wir mit manchen Nahrungsmitteln, z. B. Kartoffeln, einführen, schien es wichtig, ihre Wirkung auf den NaCl-Umsatz nochmals einer Prüfung zu unterziehen. Bunge[1]) hatte die Theorie aufgestellt, dafs wie im Reagensglase, so auch im Körper ein Umsatz des eingeführten Kalisalzes mit dem NaCl des Blutes stattfinde, wodurch Chlorkalium und das der eingeführten Säure entsprechende Natriumsalz entstehe. Da beide für den Körper überflüssig seien, würden sie wieder ausgeschieden, wodurch der Körper zugleich an Cl und an Na ärmer würde. In der Tat erhielt Bunge nach einmaliger Zufuhr von phosphor- oder zitronensaurem Kali eine beträchtliche Mehrausscheidung von Na und Cl im Urin (3,4 resp. 3,7 g Cl). Dieser Versuch wurde im Lauf der nächsten Tage wieder ausgeglichen. Die entsprechende Zufuhr zitronensauren

1) Bunge, Zeitschr. f. Biol. 1873, Bd. 9 S. 104.

Natriums hatte keinen Effekt. Die nach Verabreichung von Kaliumzitrat und Chlorkalium gefundene Verminderung der Phosphatausscheidung im Urin bezieht Bunge auf Bindung an die roten Blutkörperchen als phosphorsaures Kali und nachherige allmählige Abgabe.

Harnack[1]) hat dann angegeben, er habe bei einem Hunde durch tägliche Fütterung von Natriumkarbonat eine Entchlorung des Körpers erzielt — Magnus Levy[2]) berechnete allerdings, dafs der Hund vorher die gleiche NaCl-Menge angesetzt habe —. Die Verhältnisse sind jedoch nicht ganz klar, da der Hund während der Versuchsdauer auch um mehr als 1 kg zugenommen hatte. Aus den weiteren Versuchen geht hervor, dafs durch pflanzensaures Natrium dem Körper kein Chlor entzogen wird und durch das Kalisalz nur in der ersten Periode, in der zweiten dagegen nicht mehr. Die Bungesche Theorie wird also nicht bestätigt. Es erscheint auch wenig wahrscheinlich, dafs ein Salz, das wir täglich in so vielen Nahrungsmitteln einnehmen, ein anderes, dem Körper gleich wichtiges durch einfache chemische Umsetzung verdrängen soll. Freilich, gibt man an einem Tage eine Zulage von Kaliumkarbonat (Hund 1, 9./10. II. S. 37, 15./16. II.), so kann man eine zweifellose Mehrausscheidung von NaCl beobachten; sie beträgt hier fast 0,6 und 0,4 g, wird aber sofort am nächsten Tage wieder ganz oder gröfstenteils eingespart. Doch sind nicht alle Resultate gleichmäfsig; bei Hund 2 finden wir am 7./8. II S. 66 eine kleine Einsparung von 0,39 g, ebenso in der dreitägigen Versuchsreihe vom 7./10. IV eine solche von rund 1 g. Und in dem in folgender Tabelle S. 34 angeführten Versuche führte erst die zweite, gröfsere K_2CO_3-Gabe zu einem Plus von NaCl im Urin.

Wie ist diese Differenz zu erklären? Die Diurese allein hat die NaCl-Abgabe nicht bewirkt, denn sonst hätte die gleich starke, durch Natriumkarbonat erzielte Harnflut eine eben solche NaCl-Vermehrung zuwege gebracht. Vielleicht findet im Körper eine Umsetzung statt, die ihm Chlor entzieht. Die gleichzeitige

1) Harnack u. Kleine, Zeitschr. f. Biol. 1899, Bd. 37 S. 417.
2) Magnus-Levy, in v. Nordens Handb. Bd. 1 S. 453.

Versuch	Urinmenge	Ausscheidung im Urin NaCl g	Ausscheidung im Urin P_2O_5 g	Bemerkungen Zusatz in der Nahrung
25./26. V.	234	3,289	0,996	
26./27. »	324	3,281	1,014	
27./28. »	**342**	**3,340**	**0,992**	+ 3,0 g K_2CO_3
28./29. »	**404**	**4,313**	**0,968**	+ 5,0 g K_2CO_3
29./30. »	164	1,949	1,141	
30./31. »	250	2,942	1,000	
31./1. VI.	265	3,190	0,993	

Verminderung von Phosphaten am Versuchs- und Mehrausscheidung am nächsten Tage liefse daran denken. Wahrscheinlich erfolgt nur eine Ausscheidung resp. Retention der betreffenden Stoffe, soweit sie im Blut überschüssig vorhanden sind, welche Ansicht auch Mohr[1]) äufserte. Dafür spricht der dreitägige Versuch, sowie die Angabe Harnacks, dafs nur in der ersten Periode mit pflanzensaurem Alkali der Körper Chlor verlor. Doch ist aus der NaCl-Ausscheidung der Vortage in meinen Versuchen kein Schlufs auf den NaCl-Gehalt des Körpers zu ziehen.

Natriumkarbonat beeinflufst den Kochsalzwechsel nicht, wirkt dagegen auf die Phosphatabgabe ebenso wie das Kochsalz vermehrend. Ebenso wirkt Ammoniumchlorid, vielleicht weil das Cl als Na-Salz die Nieren passiert. Auffallend ist, dafs die Wirkung sich stets nur auf die Retention so kleiner Phosphatmengen beschränkt, die ungefähr ebensoviel ausmachen, als die Mehrausfuhr nach NaCl beträgt. — Die Wirkung des dem NaCl entsprechenden Chlorkaliums ist zu unsicher, um Schlüsse daraus zu ziehen. Bunge gibt allerdings eine Verminderung der Phosphate an. Ob sich ein durchgehender Unterschied in bezug auf die Wirkung der Natrium- und Kalisalze feststellen läfst, kann nach den bisherigen Untersuchungen auch noch nicht gesagt werden.

Die Ausscheidung des mit dem KCl und NH_4Cl eingeführten Cl erfolgt bei ersterem prompt, bei NH_4Cl ist dagegen auch am folgenden Tage noch nicht alles wieder im Harn erschienen. Änderungen im Stickstoffwechsel sind nicht zu beobachten.

1) Mohr, Kongrefs f. innere Med. Wiesbaden 1909. — Siehe auch Loewi, v. Noordens Handb. Bd. 2 S. 682.

Tabelle I. (Hund 1.)

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 5,33, P_2O_5 = 0,85, ClNa = 3,11, OH_2 = 275 g.											
4./5. XI.	14	6,50	215	1036	1,44	3,20	0,42	0,93	2,35	5,21	
5./6. »	14	—	188	1040	1,62	3,14	0,42	0,82	2,37	4,61	
6./7. »	—	6,45	165	1044	1,52	2,62	0,58	1,08	2,72	4,64	
7./8. »	15	6,40	196	1040	1,70	3,43	0,45	0,90	2,48	5,01	
8./9. »	14	6,35	200	1039	1,58	3,27	0,45	0,90	2,37	4,89	
9./10. »	14	**6,32**	**443**	**1020**	**0,89**	**4,04**	**0,21**	**0,93**	**1,12**	**5,09**	+ 200 H_2O
10./11. »	14	6,27	210	1040	1,28	2,70	0,38	0,82	2,46	5,32	
11./12. »	14	6,27	194	1040	1,77	3,53	0,47	0,97	2,21	4,43	
Einnahme: N = 6,92, P_2O_5 = 1,10, ClNa = 3,14, H_2O = 275 g.											
12./13. XI.	13	6,27	1066	1052	1,62	2,79	0,61	1,03	3,56	6,06	
13./14. »	14	6,26	196	1051	1,83	3,68	0,58	1,17	2,90	5,83	
14./15. »	14	6,25	188	1055	1,81	3,52	0,55	1,06	3,24	6,25	
15./16. »	10	6,17	**244**	**1049**	**2,26**	**5,67**	**0,38**	**0,95**	**2,59**	**6,56**	+ 3,0 Kochsalz (i.g. 6,122 NaCl)
16./17. »	**12**	6,25	180	1054	1,97	3,70	0,57	1,06	4,02	7,46	
17./18. »	12	6,20	165	1057	1,94	3,37	0,58	0,98	3,95	6,75	
18./19. »	13	6,20	171	1056	1,97	3,52	0,56	0,99	3,80	6,74	
19./20. »	14	6,03	**345**	**1036**	**2,33**	**8,20**	**0,24**	**0,86**	**1,67**	**5,99**	+ 5,0 Kochsalz (i.g. 8,095 NaCl)
20./21. »	15	6,08	170	1058	2,15	3,82	0,61	1,07	4,08	7,17	
21./22. »	14	6,08	147	1062	2,30	3,53	0,44	0,68	4,28	6,53	
22./23. »	17	6,18	144	1060	2,01	3,06	0,68	1,01	4,44	6,62	
23./24. »	16	6,20	**104**	**1060**	**0,48**	**0,66**	**0,78**	**0,84**	**5,84**	**6,31**	Kost ohne NaCl-Zusatz
24./25. »	14	6,20	140	1061	1,58	2,37	0,67	0,97	4,41	6,42	
25./26. »	17	6,28	132	1060	1,70	2,40	0,62	0,84	4,36	6,00	
26./27. »	17	6,26	164	1053	1,60	2,79	0,53	0,89	3,43	5,86	
27./28. »	15	6,20	178	1052	1,93	3,60	0,50	0,91	3,14	5,83	
28./29. »	16	—	153	1050	1,60	2,59	0,55	0,88	3,54	5,63	
29./30. »	16	6,27	156	1051	1,70	2,79	0,56	0,90	3,88	6,27	
30./1. XII.	15	6,27	**146**	**1055**	**1,69**	**2,60**	**0,63**	**0,96**	**4,11**	**6,21**	+ 0,2 Theocin per os
1./2. »	16	6,28	147	1053	1,63	2,53	0,61	0,93	3,12	5,68	
2./3. »	16	6,34	164	1050	2,37	4,03	0,56	0,95	3,35	5,71	
3./4. »	14	6,31	181	1050	1,60	3,04	0,47	0,92	3,42	6,40	
4./5. »	16	6,31	168	1049	1,76	3,09	0,47	0,83	3,48	6,08	
5./6. »	15	6,35	161	1053	1,81	3,06	0,47	0,79	3,51	5,87	
6./7. »	15	6,21	**336**	**1039**	**2,43**	**8,32**	**0,29**	**1,03**	**1,74**	**6,08**	+ 5,0 ClNa (i.g. 8,095 g NaCl)

Fortsetzung von Tabelle I.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
7./8. XII	15	6,21	159	1058	2,15	3,56	0,55	0,91	3,97	6,53	
8./9. »	14	6,26	153	1062	2,19	3,49	0,65	1,04	4,20	6,64	
9./10. »	14	6,21	294	1044	2,60	7,61	0,32	0,98	2,09	6,36	do.
10./11. »	15	6,05	260	1055	2,90	7,69	0,41	1,10	2,71	7,26	
11./12. »	13	6,09	139	1065	2,24	3,25	0,60	0,87	4,17	6,02	
12./13. »	15	6,17	137	1065	2,19	3,14	0,42	0,61	4,50	6,38	
13./14. »	16	6,21	147	1064	2,26	3,46	0,57	0,87	4,44	6,74	
14./15. »	17	6,30	127	1065	2,21	2,95	0,55	0,74	4,36	5,76	
15./16. »	15	6,35	136	1068	2,20	3,13	0,52	0,74	4,37	6,16	
16./17. »	13	6,28	**333**	**1039**	**2,38**	**8,06**	**0,23**	**0,82**	**1,77**	**6,12**	+ 5,0 ClNa + 170 H_2O (i. g. 8,095 g NaCl)
17./18. »	16	6,35	150	1059	2,19	3,44	0,54	0,87	4,37	6,79	
18./19. »	16	6,38	138	1058	2,02	2,95	0,60	0,89	4,16	5,98	
19./20. »	15	6,35	**208**	**1054**	**1,50**	**3,27**	**1,21**	**2,57**	**2,96**	**6,41**	+ 10,0 Na_2HPO_4 = 1,982 P_2O_5 (i. g. 3,077 g P_2O_5)
20./21. »	16	6,40	148	1060	2,14	3,43	0,59	0,93	4,22	6,49	
21./22. »	—	6,43	144	1059	2,09	3,17	0,56	0,86	4,23	6,34	

Der Hund lebt bei gleicher Kost weiter.

Einnahme: N = 6,84, P_2O_5 = 1,01, ClNa = 3,15, H_2O = 275.

30./31. XII	10	6,45	162	1054	1,89	3,15	0,52	0,90	3,55	5,83	
31./1. I.	11	6,41	158	1055	2,36	3,84	0,60	1,01	3,99	6,49	
1./2. »	12	6,22	**324**	**1052**	**0,87**	**2,91**	**1,16**	**3,80**	**1,99**	**6,62**	+ 10 NaH_2PO_4 (i. g. 6,236 P_2O_5)
2./3. »	12	6,26	1034	1059	2,47	3,41	0,57	0,82	3,93	5,44	
3./4. »	14	6,26	143	1060	2,26	3,34	0,62	0,94	4,55	6,68	
4./5. »	15	6,20	**176**	**1060**	**1,52**	**2,78**	**0,86**	**1,56**	**3,78**	**6,83**	+ 5,0 Na_3PO_4 (i. g. 2,029 P_2O_5)
5./6. »	15	6,25	143	1060	2,14	3,16	0,66	1,00	4,54	6,68	
6./7. »	15	6,30	136	1063	2,24	3,14	0,58	0,84	4,55	6,37	
7./8. »	15	6,35	132	1061	2,05	2,80	0,57	0,81	4,44	6,04	
8./9.	11	6,12	**398**	**1041**	**1,81**	**7,32**	**1,23**	**4,95**	**1,52**	**6,23**	+ 5,0 ClNa + 10,0 NaH_2PO_4 (i. g. 8,095 NaCl + 6,236 P_2O_5)

Fortsetzung von Tabelle I.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 7,07, P_2O_5 = 1,01, ClNa = 3,15, H_2O = 275.											
9./10. I.	13	6,20	134	1066	2,61	3,60	0,62	0,88	4,52	6,23	
10./11. »	15	6,20	142	1064	2,44	3,57	0,61	0,92	4,65	6,79	
11./12. »	16	6,35	137	1063	2,07	2,94	0,58	0,85	4,75	6,70	+ 100 H_2O
12./13. »	16	6,39	**284**	**1054**	**0,97**	**2,84**	**1,58**	**4,53**	**2,22**	**6,49**	+10,0 NH_2PO_4 + 200 H_2O (i. g. 6,236 P_2O_5)
13./14. »	16	6,41	161	1055	2,11	3,49	0,62	1,05	4,01	6,55	
14./15. »	17	6,32	**230**	**1055**	**1,41**	**3,39**	**0,45**	**1,08**	**4,84**	**11,39**	+ 10,0 $\overset{+}{U}$ = 4,672 N (i. g. 11,475 N)
15./16. »	—	6,32	138	1063	2,20	3,05	0,61	0,89	4,83	6,83	
16./17. »	—	6,32	152	1062	2,18	3,45	0,62	0,99	4,36	6,80	
Einnahme: N = 7,33, P_2O_5 = 1,01, ClNa = 3,15, H_2O = 275.											
27./28. I.	13	6,36	148	1060	2,07	3,19	0,53	0,81	4,32	6,70	
28./29. »	12	6,35	145	1062	2,22	3,34	0,57	0,90	4,65	7,05	
Einnahme: N = 6,97, P_2O_5 = 1,01, ClNa = 3,15, H_2O = 275.											
29./30. I.	14	6,20	**294**	**1045**	**2,07**	**6,21**	**0,35**	**1,05**	**2,30**	**7,07**	+ 5,0 ClNa (i. g. 8,905 g NaCl) + 200 H_2O
30./31. »	14	6,35	143	1060	2,11	3,14	0,55	0,81	4,50	6,10	
31./1. II.	14	6,37	148	1062	2,21	3,40	0,62	0,95	4,27	6,63	
1./2. »	14	6,35	152	1058	2,00	3,15	0,54	0,85	3,86	6,17	
2./3. »	15	6,30	**174**	**1068**	**1,85**	**3,34**	**0,74**	**1,32**	**4,96**	**8,93**	+ 100 Fleisch — 75 H_2O
3./4. »	15	6,25	**173**	**1070**	**1,81**	**3,25**	**0,71**	**1,24**	**5,33**	**9,52**	do. (i.g. N=10,175, P_2O_5=1,622, NaCl=3,193)
4./5. »	17	6,23	145	1068	2,00	3,02	0,70	1,03	5,07	7,65	
Einnahme: N = 7,19, P_2O_5 = 1,10, ClNa = 3,14, H_2O = 275.											
5./6. II.	13	6,25	137	1062	2,27	3,23	0,55	0,78	4,33	6,25	
6./7. »	15	6,24	143	1068	2,10	3,14	0,55	0,81	5,09	7,59	
7./8. »	12	6,25	**184**	**1067**	**1,70**	**3,25**	**0,54**	**1,00**	**4,15**	**7,98**	+ 3,0 Na_2CO_3
8./9. »	12	6,25	137	1065	2,17	3,10	0,65	0,92	4,67	6,70	
9./10. »	10	6,20	**191**	**1060**	**1,88**	**3,72**	**0,42**	**0,82**	**3,42**	**6,83**	+ 3,0 K_2CO_3
10./11. »	13	6,20	138	1069	1,97	2,84	0,73	1,03	4,95	7,14	
11./12. »	12	6,24	141	1065	2,09	3,07	0,70	1,01	4,78	7,05	
12./13. »	11	6,18	—[1]	—	—	—	—	—	—	—	+ 3,0 K_2CO_3

1) Urin verloren.

Fortsetzung von Tabelle I.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge l	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 7,28, P_2O_5 = 1,10, ClNa = 3,14, H_2O = 275.											
13./14. II.	13	—	165	1058	1,72	2,94	0,60	1,04	3,89	6,50	
14./15. »	14	6,17	146	1068	2,11	3,16	0,64	0,99	4,61	6,96	
15./16. »	14	—	**198**	**1057**	**1,74**	**3,54**	**0,42**	**0,88**	**3,64**	**7,43**	+ 3,0 K_2CO_3
16./17. »	15	6,17	133	1070	1,70	2,28	0,72	1,01	5,09	6,99	
17./18. »	15	6,15	140	1063	2,20	3,17	0,62	0,91	4,45	6,46	
18./19. »	16	6,35	168	1054	1,85	3,28	0,39	0,82	3,87	6,73	+ 200 H_2O
19./20. »	16	6,45	156	1053	1,57	2,63	0,42	0,82	3,91	6,33	do.
Einnahme: N = 6,73, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 3,12, H_2O = 275.											
20./21. II.	15	6,55	221	1038	1,15	2,71	0,30	0,83	2,71	6,33	do.
21./22. »	16	6,57	366	1023	0,92	3,54	0,20	0,90	1,48	5,76	+ 300 H_2O
22./23. »	16	6,41	**447**	**1027**	**1,60**	**7,34**	**0,19**	**0,93**	**1,07**	**5,13**	+ 300 H_2O + 3,0 ClNa (i. g. 8,095 g)
23./24. »	16	6,47	297	1030	1,10	3,45	0,22	0,71	2,06	6,45	+ 300 H_2O
24./25. »	16	6,45	398	1023	0,84	3,51	0,20	0,94	1,46	6,13	do.
Einnahme: N = 7,13, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 3,12, H_2O = 225.											
25./26. II.	13	6,37	416	1021	0,82	3,59	0,19	0,94	1,36	6,01	
26./27. »	12	6,22	**493**	**1027**	**1,68**	**8,46**	**0,20**	**1,05**	**1,20**	**6,26**	+ 300 H_2O + 5,0 ClNa (i.g. 8,095 g NaCl)
27./28. »	13	6,25	328	1027	0,83	2,77	0,26	0,84	1,95	6,74	+ 300 H_2O
28./1. III.	13	6,27	279	1029	0,82	2,46	0,30	0,99	2,06	6,09	+ 240 H_2O
1./2. »	13	6,15	223	1047	1,23	2,82	0,57	1,36	3,12	7,31	
2./3. »	13	6,10	180	1055	1,81	3,23	0,62	1,21	3,88	7,36	
3./4. »	12	6,02	164	1060	1,92	3,21	0,66	1,18	4,41	7,60	
4./5. »	13	6,00	173	1057	1,86	3,27	0,61	1,15	4,15	7,54	
Einnahme: N = 7,17, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 0,15, H_2O = 275.											
5./6. III.	13	5,97	189	1051	1,57	3,04	0,54	1,12	4,00	7,92	
6./7. »	10	5,96	**160**	**1051**	**0,49**	**0,70**	**0,58**	**0,99**	**4,77**	**8,56**	+ 0,2 ClNa (i. g. 0,35 NaCl)
7./8. »	13	6,00	122	1059	0,39	0,49	0,79	1,01	5,62	7,79	do.
8./9. »	13	6,02	113	1060	0,29	0,34	0,81	0,96	5,67	7,35	do.
9./10. »	14	6,08	111	1060	0,29	0,33	0,75	0,88	5,73	7,27	do.
10./11. »	16	6,12	103	1064	0,26	0,29	0,79	0,87	5,89	6,98	do.

Fortsetzung von Tabelle I.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 7,95, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 0,15, H_2O = 275.											
11./12. III.	13	6,09	**172**	**1050**	**1,83**	**3,15**	**0,52**	**0,95**	**3,38**	**6,73**	+ 3,0 Cl Na (i. g. 3,121 g NaCl)
12./13. »	14	6,11	103	1067	0,51	0,54	0,87	0,85	6,00	7,10	+ 0,2 NaCl
13./14. »	15	6,15	112	1064	0,33	0,38	0,85	1,00	5,93	7,57	do.
14./15. »	16	6,18	111	1063	0,47	0,54	0,83	0,97	5,84	7,40	+ 0,5 Cl Na (i. g. 0,6422 NaCl)
15./16. »	15	6,18	113	1059	0,55	0,63	0,74	0,89	5,28	6,86	do.
16./17. »	15	6,12	105	1066	0,72	0,77	0,79	0,88	5,56	6,77	do.
17./18. »	15	6,19	181	—	—	3,21	—	1,03	—	7,11	+ 3,0 Cl Na (i. g. 3,121 g NaCl pro die)
18./19. »	16	6,15	148	1059	2,11	3,02	0,60	0,95	4,78	7,44	
19./20. »	—	6,10	166	—	—	3,31	—	0,99	—	6,67	
20./21. »	—	6,23	166	—	—	2,79	—	0,88	—	7,45	+ 200 H_2O
21./22. »	—	6,22	167	1053	1,96	3,37	0,54	0,97	3,62	6,42	
Einnahme: N = 6,59, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12, H_2O = 275.											
22./23. III.	—	6,20	143[1]	—	—	2,15	3,20	0,64	0,95	4,46	6,61	
25./26. »	17	6,10	135	1062	2,28	3,23	0,65	0,94	4,58	6,56	
26./27. »	18	5,90	**360**	**1040**	**2,62**	**9,55**	**0,29**	**1,10**	**1,84**	**7,02**	+ 7,0 Cl Na (i. g. 10,063 g NaCl) + 300 H_2O
27./28. »	18	6,14	137	1060	2,29	3,28	0,50	0,73	4,21	6,15	
28./29. »	18	6,18	159	1059	2,01	3,35	0,63	1,06	4,40	7,38	
Einnahme: N = 7,26, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12 H_2O = 275.											
29./30. III.	17	6,03	**322**	**1050**	**2,36**	**7,74**	**0,37**	**1,23**	**3,55**	**11,82**	+ 5,0 Cl Na + 10 U (i. g. 8,079 NaCl + 11,94 N)
30./31. »	17	6,06	131	1063	2,21	3,04	0,68	0,95	3,48	4,95	
Einnahme: N = 7,86, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12, H_2O = 275.											
7./8 IV.	20	6,05	**250**	**1050**	**2,70**	**6,83**	**0,42**	**1,10**	**2,78**	**7,28**	+ 5,0 KCl (entspr. 7,042 NaCl)
8./9. »	18	6,12	150	1065	1,95	3,01	0,73	1,14	4,63	7,27	
9./10. »	16	6,15	—	—	—	—	—	—	—	—	

1) Zahl nicht ganz genau.

Fortsetzung von Tabelle I.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin: Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 7,40, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 3,12, H_2O = 275.											
10./11. IV.	17	6,14	**197**	—	**1,59**	**3,23**	**0,50**	**1,06**	**3,67**	**7,50**	+ 3,0 Na_2CO_3
11./12. »	17	6,15	147	1061	2,08	3,21	0,62	0,98	4,83	7,48	
12./13. »	18	6,15	155	1060	1,92	3,08	0,65	1,08	4,43	7,77	
Einnahme: N = 7,24, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 0,34, H_2O = 275.											
13./14. IV.[1]	—	6,18	122	1057	0,47	0,67	0,76	0,95	5,25	6,77	
14./15. »	—	6,19	116	1060	0,25	0,38	0,85	1,02	5,94	7,25	
15./16. »	—	6,22	109	1064	0,16	0,27	0,91	1,03	5,97	6,87	
16./17. »	—	6,25	109	1062	0,24	0,35	0,91	1,03	5,75	6,63	
17./18. »	—	6,26	99	1066	0,29	0,38	0,91	0,93	5,94	6,24	
18./19. »	—	6,47	148	1036	0,12	0,29	0,44	0,73	3,94	6,20	+ 200 H_2O
Einnahme: N = 7,03, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 0,34, H_2O = 275.											
19./20. IV.	—	6,42	150	1042	0,25	0,49	0,50	0,81	3,98	6,33	
20./21. »	—	6,40	110	1051	0,43	0,50	0,68	0,82	4,68	5,52	
21./22. »	—	6,35	102	1058	0,23	0,35	0,73	0,82	5,19	5,66	
Einnahme: N = 7,72, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 0,34, H_2O = 275.											
22./23. IV.	—	6,40	96	1067	0,40	0,51	0,84	0,88	5,31	5,46	
23./24. »	—	6,35	120	1057	0,33	0,52	0,75	0,97	5,16	6,56	
24./25. »	—	6,35	132	1056	0,39	0,64	0,70	0,99	5,38	7,46	
25./26. »	19	6,37	214	1030	0,18	0,42	0,38	0,87	2,95	6,61	+ 300 H_2O
Einnahme: N = 7,47, P_2O_5 = 1,11, ClNa = 0,34, H_2O = 275.											
26./27. IV.	20	6,32	336	1020	0,12	0,43	0,25	0,90	1,62	5,76	+ 200 H_2O
27./28. »	19	6,35	275	1027	0,15	0,46	0,29	0,86	2,23	6,45	do.
28./29. »	—	6,35	291	1027	0,18	0,56	0,29	0,90	2,11	6,43	do.
29./30. »	—	6,25	286	1026	0,14	0,49	0,29	0,88	2,01	6,04	do.
30./1. V.		6,25	190	1035	0,24	0,50	0,44	0,88	3,12	6,23	+ 100 H_2O

1) Hund vom 13.—25. IV. nicht katheterisiert.

Bilanztabelle Hund I.

Datum Dauer	Einnahmen			Ausgaben						Zusammen			Bilanz			Bemerkungen
				Urin			Kot									
	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	
4.—12. XI. (8 Tage)	24,87	6,76	42,61	26,12	8,90	39,21	0,03	0,70	3,33	26,14	9,00	42,54	— 1,27	— 2,24	+ 0,07	Normalzufuhr (Gewichtsabnahme)
12.—28. XI. (16 T.)	55,15	17,52	110,69	56,68	15,31	102,37	0,09	1,43	6,66	56,77	16,74	109,04	— 1,62	+ 0,78	+ 1,65	Na Cl-Zulagen
28. XI.—16. XII.	71,34	19,71	124,53	70,33	16,02	111,78	0,19	2,79	11,53	70,52	18,81	123,32	+ 0,82	+ 0,90	+ 1,21	Na Cl-Zulagen
16.—22. XII. (6 T.)	23,78	8,59	41,51	24,34	6,94	38,12	0,03	1,06	4,52	24,36	7,99	42,64	— 0,58	+ 0,60	— 1,13	Phosphatzulage
30. XII.—14. I. (15 T.)	52,01	32,78	103,78	52,28	24,88	95,95	0,14	2,59	7,24	52,42	27,46	103,19	— 0,41	+ 5,32	+ 0,59	Phosphatzulag.
27. I.—12. II. (16 T.)	55,26	18,62	120,40	54,37	15,33	115,43	0,09	1,66	9,39	54,46	16,99	124,81	+ 0,80	+ 1,63	— 4,41	Verschiedene Zulagen
13.—18. II. (5 Tage)	15,72	5,48	36,39	15,09	4,81	34,32	0,05	0,64	3,01	15,13	4,45	37,33	+ 0,58	+ 1,03	— 0,94	K_2CO_3-Zulagen
18. II.—1. III. (11 T.)	44,28	12,22	76,71	43,88	9,76	67,96	0,09	1,03	6,09	43,97	10,79	74,05	+ 0,31	+ 1,42	+ 2,66	Wasserzulage
1.—6. III. (5 Tage)	15,61	5,57	35,68	15,57	6,02	37,73	0,04	0,65	2,52	15,61	6,67	40,26	+ 0,00	— 1,10	— 4,58	Normalperiode
6.—17. III. (11 Tage)	7,66	12,25	83,53	8,13	10,25	80,37	0,07	1,72	5,93	8,20	11,96	86,30	— 0,54	+ 0,29	— 2,77	Na Cl-arme Nahrung
17.—23. III. (6 Tage)	18,73	6,68	46,32	18,99	5,81	41,69	0,10	0,55	1,72	18,09	6,35	43,41	+ 0,61	+ 0,33	+ 2,91	Normalperiode
25.—31. III.	30,63	6,68	45,52	30,18	6,00	43,88	0,03	0,93	3,91	30,21	6,94	47,80	+ 0,42	— 0,25	— 2,28	Na Cl-u. Ü-Zulage
10.—13. IV. (3 Tage)	9,36	3,34	21,90	9,53	3,12	22,68	0,03	1,347	5,65	9,56	3,57	24,57	— 0,19	— 0,22	— 2,67	Na_2CO_3-Zulage
13.—18. IV. (5 Tage)	1,72	5,57	36,20	2,05	4,96	33,76	0,02	0,69	3,06	2,08	5,65	36,82	— 0,35	— 0,08	— 0,62	Na Cl-arme Periode
18.—25. IV. (7 Tage)	2,41	7,80	51,48	3,40	6,01	43,18	0,06	0,52	2,59	3,46	6,53	45,77	— 1,05	+ 1,27	+ 5,71	Na Cl-arme Periode
25. IV.—1. V. (16 T.)	2,07	6,68	45,07	2,78	5,29	37,51	0,00	0,46	2,11	2,78	5,74	39,63	— 0,72	+ 0,94	+ 5,44	Na Cl-arme wasserreiche Per.

Tabelle II. (Hund 2.)

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 6,92, P_2O_5 = 1,12, ClNa = 3,14, H_2O = 275.											
26./27. XI.	17	5,21	147	1052	1,76	2,71	0,62	0,95	3,94	6,06	
27./28. »	15	5,19	158	1053	1,88	3,11	0,58	0,96	3,80	6,27	
28./29. »	16	5,25	176	1045	1,21	2,25	0,54	1,00	3,23	5,94	
29./30. »	16	5,17	**304**	**1039**	**2,09**	**6,47**	**0,29**	**0,91**	**1,78**	**5,67**	+ 5,0 ClNa (i. g. 8,10 g)
30./1. XII.	15	5,17	122	1053	1,71	2,32	0,54	0,70	4,11	5.28	
1./2. »	16	5,30	150	1052	1,79	2,81	0,52	0,82	3,38	5,34	
2./3. »	16	5,34	179	1047	1,66	3,10	0,52	0,97	3,88	6,21	
3./4. »	14	5,36	176	1051	1,83	3,34	0,54	1,00	3,24	5,95	
4./5. »	16	5,40	169	1050	1,79	3,15	0,46	0,82	3,27	5,72	
5./6. »	15	5,37	158	1049	1,98	3,25	0,48	0,80	3,48	5,75	
6./7. »	15	5,31	**299**	**1039**	**2,57**	**7,82**	**0,29**	**0,89**	**1,68**	**5,28**	do.
7./8. »	15	5,38	146	1057	2,68	4,04	0,56	0,86	3,60	5,51	
8./9. »	14	5,48	127	1061	2,18	2,89	0,73	0,97	4,78	6,33	
9./10. »	14	5,39	**300**	**1040**	**2,54**	**7,74**	**0,27**	**0,86**	**1,83**	**5,75**	do.
10./11. »	15	5,18	**214**	**1055**	**3,36**	**7,31**	**0,37**	**0,83**	**2,66**	**5,96**	do.
11./12. »	13	—	**240**	**1046**	**2,86**	**6,98**	**0,36**	**0,92**	**2,06**	**5,27**	do.
12./13. »	15	5,38	112	1068	2,48	2,88	0,64	0,76	4,65	5,47	
13./14. »	16	5,51	107	1070	2,41	2,71	0,72	0,81	4,89	5,49	
14./15. »	17	5,60	125	1062	2,25	2,94	0,55	0,73	4,31	5,65	
15./16. »	15	5,61	128	1062	2,15	2,88	0,57	0,76	4,36	5,84	
16./17. »	13	5,65	**341**	**1035**	**2,35**	**8,10**	**0,23**	**0,84**	**1,54**	**5,49**	+ 5,0 ClNa (i. g. 8,10 g) + 170 H_2O
17./18. »	16	5,70	144	1053	2,04	3,07	0,51	0,78	3,90	5,87	
18./19. »	16	5,71	148	1055	2,02	3,13	0,60	0,94	4,01	6,19	
19./20. »	15	5,75	**187**	**1060**	**1,57**	**3,08**	**1,37**	**2,61**	**2,93**	**5,23**	+ 10 Na_2HPO_4 = 1,98 P_2O_5 (i.g 3,077 P_2O_5)
20./21. »	16	5,73	167	1050	1,93	3,35	0,52	0,91	3,54	5,17	
21./22. »	—	5,78	172	1049	1,83	3,28	0,49	0,89	3,61	6,46	
Hund in der Zwischenzeit mit gleicher Kost.											
Einnahme: N = 6,84, P_2O_5 = 1,09, ClNa = 3,14, H_2O = 275.											
30./31. XII	10	5,66	185	1048	1,72	3,18	0,43	0,79	3,46	6,63	
31./1. I.	11	5,60	150	1054	2,51	3,77	0,46	0,68	4,17	6,49	
1./2. »	12	5,50	**202**	**1070**	**1,22**	**2,45**	**1,73**	**3,49**	**2,98**	**6,25**	+ 10 NaH_2PO_4 = 5,141 P_2O_5 (i.g.6,236 »)
2./3. »	12	5,59	133	1055	2,35	3,12	0,61	0,81	3,79	5,27	

Fortsetzung von Tabelle II.

Datum	Temp.	Gew.	Urin								Zugabe
			Menge	Spez. Gew.	NaCl		P_2O_5		N		
	°C	kg			%	g	%	g	%	g	
3./4. I.	14	5,60	134	1059	2,28	3,05	0,61	0,82	4,52	6,28	
4./5. »	15	5,55	212	1053	0,88	1,86[1] +1,158	0,84	1,79[1] +0,396	2,94	6,95	+ 10,0 Na_3PO_4 = 1,867 P_2O_5 (i. g. 2,029 »)
5./6. »	15	5,53	155	1053	2,11	3,41	0,58	0,95	3,76	6,04	
6./7. »	15	5,57	120	1065	2,46	3,10	0,68	0,86	4,86	6,05	
7./8. »	15	5,62	137	1058	2,20	3,19	0,48	0,72	4,37	6,21	
8./9. »	11	5,50	354	1051	1,95	7,02	1,39	4,96	1,72	6,30	+ 5,0 Cl Na + 10,0 NaH_2PO_4 (i. g. 8,095 NaCl + 6,236 P_2O_5)
Einnahme: N = 7,07, P_2O_5 = 1,09, Cl Na = 3,14, H_2O = 275.											
9./10. I.	13	5,50	127	1065	2,83	3,74	0,68	0,92	4,69	6,18	
10./11. »	15	5,55	143	1063	2,40	3,57	0,66	1,00	4,75	7,02	
11./12. »	16	—	172	1054	1,71	3,09	0,47	0,86	3,83	6,81	+ 100 H_2O
12./13. »	16	5,69	276	1059	1,02	2,95	1,64	4,58	2,58	7,39	+ 10 NaH_2PO_4 + 200 H_2O (i. g. 6,236 P_2O_5)
13./14. »	16	5,62	196	1047	1,80	3,67	0,55	1,12	3,21	6,52	
14./15. »	17	5,59	239	1052	1,30	3,27	0,44	1,12	4,50	11,13	+ 10 U = 4,672 N (i. g. 11,745 N)
15./16. »	—	5,59	142	1059	2,16	3,26	0,64	0,98	4,53	6,80	
16./17. »	—	5,62	143	1061	2,06	3,11	0,60	0,93	4,39	6,65	
Einnahme: N = 6,97, P_2O_5 = 1,09, Cl Na = 3,14, H_2O = 275.											
31./1. II.	14	5,56	147	1060	1,98	3,07	0,61	0,97	4,35	6,77	
1./2. »	14	5,50	152	1054	2,16	3,47	0,53	0,88	4,05	6,54	
2./3. »	15	5,50	190	1061	1,62	3,23	0,62	1,26	4,35	8,63	+ 100 Fleisch norm. 95 H_2O (i. g. 10,175 N + 1,622 P_2O_5 + 3,193 NaCl)
3./4. »	15	5,50	161	1067	1,83	3,10	0,69	1,18	5,39	9,05	do.
4./5. »	17	5,53	138	1059	2,32	3,41	0,59	0,99	4,25	6,30	

1) Erbrochen und zurückberechnet.

Fortsetzung von Tabelle II.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin: Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 7,19, P_2O_5 = 1,10, ClNa = 3,13, H_2O = 275.											
5./6. II.	13	5,50	173	—	1,90	3,46	0,51	1,06	3,64	6,72	
6./7. »	15	5,54	131	1065	2,30	3,22	0,56	0,91	4,79	6,71	
7./8. »	12	5,55	**164**	**1058**	**1,58**	**2,80**	**0,78**	**0,96**	**3,87**	**6,78**	+ 3,0 K_2CO_3
8./9. »	12	5,55	147	1060	1,98	3,12	0,61	1,08	4,29	6,73	
9./10. »	10	5,50	180	—	1,79	3,45	0,49	1,07	3,42	6,59	
10./11. »	13	5,50	**230**	**1048**	**2,28**	**5,45**	**0,37**	**1,04**	**2,77**	**6,80**	+ 3,0 KCl (entspr. 2,352 NaCl)
11./12. »	12	5,48	154	1060	1,91	3,15	0,64	1,16	4,28	7,02	
Einnahme: N = 7,28, P_2O_5 = 1,10, **ClNa = 3,13**, H_2O = 275.											
12./13. II.	11	5,50	196	1049	1,58	3,51	0,44	1,05	3,39	7,07	
13./14. »	13	5,37	**250**	**1040**	**1,21**	**3,23**	**0,32**	**0,98**	**2,27**	**6,37**	+ 3,0 Na citric.
14./15. »	14	5,42	143	1058	2,05	3,14	0,57	0,99	4,07	6,25	
15./16. »	14	5,46	156	1058	1,90	3,17	0,53	1,00	4,26	7,08	
In den Tagen vor dem 2. III. mäfsige ClNa-Retention.											
Einnahme: N = 7,13, P_2O_5 = 1,11, **ClNa = 0,35**, H_2O = 275.											
2./3. III.	13	5,45	152	1050	0,68	1,12	0,57	1,08	4,55	7,68	
3./4. »	12	5,38	219	1037	0,42	1,00	0,48	1,27	3,06	6,47	
4./5. »	13	5,30	277	1025	0,30	0,69	0,33	1,14	2,09	6,55	
5./6. »	13	5,29	185	1040	0,22	0,47	0,46	1,07	3,21	6,70	
6./7. »	13	5,26	**198**	**1045**	**1,46**	**2,96**	**0,54**	**1,28**	**4,77**	**7,14**	+ 3,0 NaCl
7./8. »	13	5,30	207	1037	0,29	0,67	0,47	1,18	3,13	7,24	
8./9. »	13	5,27	197	1036	0,26	0,58	0,45	1,01	3,23	7,39	
Einnahme[1]): N = 6,58, P_2O_5 = 1,11, **ClNa = 3,12**, H_2O = 275.											
25./26. III.	17	5,38	169	1051	1,53	2,75	0,44	0,80	3,52	6,37	+ 0,4 Theocin per os
26./27. »	18	5,43	139	1061	2,84	3,13	0,60	0,89	4,88	7,06	
27./28. »	18	5,47	139	1062	2,02	2,96	0,54	0,80	4,64	6,71	

1) In dieser Periode mit 3,0 ClNa-Zusatz blieb das Tier auf ClNa- und Körpergleichgewicht.

Fortsetzung von Tabelle II.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Zugabe
Einnahme: N = 7,26, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12, H_2O = 275.											
28./29. III.	18	5,30	**364**	**1040**	**2,59**	**9,57**	**0,30**	**1,13**	**1,84**	**6,99**	+ 7,0 Kochsalz (i. g. 11,06 NaCl)
29./30. »	17	5,60	152	1051	1,92	3,07	0,46	0,75	4,56	7,22	+ 300 H_2O
30./31. »	17	5,60	146	1060	2,26	3,45	0,52	0,81	4,38	6,68	
31./1. IV.	18	5,45	**326**	**1040**	**1,73**	**5,88**	**0,30**	**1,04**	**2,06**	**7,00**	+ 5,0 Cl Na (i. g. 8,079 Na Cl)
1./2. »	17	5,60	**167**	—	**0,44**	**0,89**	**0,46**	**0,83**	**3,94**	**6,86**	Nahrung ohne Cl Na + 260 H_2O
2./3. »	15	5,65	136	1055	1,88	2,72	0,60	0,87	4,18	5,97	
3./4. »	17	5,65	180	1054	1,69	3,14	0,56	1,04	3,35	6,27	
Einnahme: N = 7,86, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12, H_2O = 275.											
4./5. IV.	—	5,40	**429**	**1034**	**2,45**	**10,62**	**0,45**	**1,98**	**3,26**	**14,26**	+ 200 Fleisch + 5,0 Cl Na (14,37 N + 2,09 P_2O_5 + 8,19 NaCl)
5./6. »	—	5,45	151	1067	1,98	3,09	0,62	0,96	4,56	7,12	
6./7. »	—	5,52	144	1060	2,04	3,05	0,66	0,98	4,86	7,24	+ 100 H_2O
7./8. »	—	5,50	**157**	**1063**	**1,70**	**2,78**	**0,47**	**0,77**	**4,80**	**7,77**	+ 5,0 Kal. carb.
8./9. »	—	5,47	**214**	**1062**	**1,49**	**3,29**	**0,54**	**1,18**	**3,08**	**6,82**	do.
9./10. »	—	5,40	**164**	**1063**	**1,45**	**2,49**	**0,53**	**0,91**	**3,89**	**6,62**	do.
Einnahme: N = 7,40, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12, H_2O = 275.											
10./11. IV.	—	5,40	123	1073	2,17	2,77	0,79	1,00	5,44	6,93	
11./12. »	—	5,45	**180**	**1056**	**2,83**	**5,23**	**0,58**	**1,08**	**4,14**	**7,68**	+ 3,0 NH_4Cl (entspr. 3,321 NaCl + 0,78 N)
12./13. »	—	5,44	156	1057	2,29	3,69	0,58	0,93	4,47	7,21	
Einnahme: N = 7,24, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 3,12, H_2O = 275.											
13./14. IV.	—	5,52	123	1062	2,42	3,08	0,62	0,79	4,86	6,22	
14./15. »	—	5,54	154	1061	2,20	3,50	0,63	1,00	4,69	7,45	

Bilanztabelle Hund II.

Datum Dauer	Einnahmen			Ausgaben						Zusammen			Bilanz			Bemerkungen
				Harn			Kot									
	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	
26.XI.—16.XII.(20T.)	87,53	21,90	138,36	80,60	17,31	114,67	0,23	2,45	6,92	80,83	19,76	121,59	+ 6,70	+ 2,14	+ 16,77	NaCl-Zulagen 430 g Gewichtszun.
16.—22.XII.(6 Tage)	23,78	8,55	41,51	24,00	6,96	34,91	0,09	0,92	2,62	24,10	7,89	37,53	— 0,32	+ 0·67	+ 3,98	NaCl und Phosphatzul. 170 g Gewichtszun.
30. XII.—5. I. (6 T.)	18,82	13,58	41,05	18,59	8,76	37,86	0,09	1,00	3,25	18,68	9,77	41,12	+ 0,15	+ 3,81	— 0,07	Phosphatzul.
5.—14. I. (9 Tage)	33,19	20,14	62,73	33,73	15,94	58,52	0,15	1,60	4,04	33,88	17,54	62,57	— 0,69	+ 2,60	+ 0,17	Phosphatzul.
14.—17. I. (3 Tage)	9,41	3,29	25,89	9,64	3.02	24,58	0,09	0,45	0,93	9,73	3,47	25,41	+ 0,32	— 0,18	+ 0,48	U-Zulagen
31. I.—4.II. (4 Tage)	12,60	5,43	31,08	12,88	4,27	30,98	0,12	0,60	1,24	13,00	4,89	32,13	— 0,39	+ 0,54	+ 1,05	Fleischzulage
4.—16. II.(12 Tage)	39.95	13,14	86,42	40,92	12,28	80,41	0,26	1,46	3,46	41,17	13,71	83,87	— 1,22	— 0,57	+ 2,55	Verschiedene Salzzulagen
2.—9. III. (7 Tage)	5,39	7,80	50,06	7,48	8.03	49,16	0,11	0,61	1,83	7,59	8,66	50,99	— 2,20	— 0,84	— 0,94	NaCl-arme Kost
25. III.—3. IV. (9 T.)	37,02	10.03	62,64	34,42	7,91	60,85	0,02	0,94	3,09	34,44	8,85	63,94	+ 2,58	— 1,18	— 1,29	NaCl-Zulagen NaCl-Retention vorausgegangen
3.—15. IV. (12 T.)	45,76	14,39	98,45	46,71	12,65	93,59	0,05	1,35	5,43	46,77	14,00	99,02	— 1,01	+ 0,34	— 0,56	Verschiedene Salzzulagen

II. Der Kochsalzwechsel im Fieber.

Wie eingangs erwähnt, findet bei den meisten fieberhaften Erkrankungen eine Retention von Kochsalz statt, die sich häufig aber nicht immer nach der Schwere der Erkrankung, der Höhe und Dauer des Fiebers, vor allem aber auch nach der Art der Infektion richtet. Bei Pneumonikern finden wir z. B. eine aufserordentlich starke Retention von Kochsalz, die so weit geht, dafs der Urin fast chlorfrei ausgeschieden werden kann, und die sicher nur zum geringsten Teil auf der Exsudatbildung beruht. Beim Typhus abdominalis[1]) sehen wir gleichfalls nach NaCl-Zufuhr einen Teil davon im Körper verbleiben, doch sind die prozentualen und auch absoluten Werte der Ausscheidung nicht so gering, wie bei der Pneumonie. Im Malariaanfall findet dagegen eine Ausschwemmung von Kochsalz statt. Dafs die Temperaturerhöhung an und für sich die alleinige Ursache der NaCl-Retention sein sollte, schien deshalb nicht wahrscheinlich; es wäre dann zwischen ihr und der NaCl-Ausscheidung ein konstanteres Verhältnis vorhanden. Auch der Möglichkeit des Bestehens einer relativen Niereninsuffizienz ist früher gedacht worden, da sich einige Vergleichspunkte zu experimentellen Schädigungen der Niere, wie zu Diabetes insipidus-Kranken fanden; doch befriedigte diese Deutung gleichfalls nicht ganz.[2]) Ebenso ist die Annahme einer Bindung des NaCl mit dem zirkulierenden Eiweifs nicht stichhaltig, wenn auch die für diese Ansicht mafsgebende Beobachtung Forsters[3]), dafs im NaCl-Hunger Eiweifszufuhr die NaCl-Abgabe vermindere, zweifellos

1) Bemerkung in einer früheren Arbeit (Deutsches Archiv f. klin. Med. 1908, Bd. 93 S. 421). Siehe auch die Arbeit Schwenkenbechers, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 1909, Bd. 60 S. 166.

2) Sandelowsky schliefst sich neuerdings auch dieser Ansicht an (Deutsches Archiv f. klin. Med. 1909, Bd. 96 S. 44) und zwar auf Grund von Versuchen, nach denen noch mehrere Tage nach der Entfieberung von Pneumonikern eine Zulage von NaCl nur unvollkommen wieder ausgeschieden wird. Doch kann hieraus nicht der Beweis einer Niereninsuffizienz abgeleitet werden, da einmal die Ursache ebensogut in einem NaCl-Bedürfnis des Körpers nach der postfebrilen NaCl-Ausschwemmung bestehen kann und dann das Konzentrationsvermögen der Nieren zu dieser Zeit schon wieder hoch ist.

3) Forster, Zeitschr. f. Biol. 1873, Bd. 4 S. 296.

richtig ist. Sieht man von den für die Frage eigentlich gar nicht in Betracht zu ziehenden Kreislaufstörungen ab, die durch Herzschwäche bedingt sind, so scheinen noch folgende Möglichkeiten zur Erklärung der NaCl-Retention in Frage zu kommen. Erstens: NaCl-Retention durch Wasseraufspeicherung. Zweifellos findet eine solche in manchen Fieberperioden statt, denn wie sollten sich sonst die Gewichtszunahmen bei Stickstoffverlust erklären (auch wenn Cl in irgendeiner Form retiniert werden sollte)? Dafs Wasseransatz schon am normalen Organismus die NaCl-Abgabe zu verhindern vermag, und zwar in Lösungen, die die physiologische weit übersteigen können, wurde in den eben besprochenen Versuchen gezeigt; gleichzeitig ist aber auch erwiesen, dafs trotz reichlicher Wasserabgabe NaCl im Körper verbleiben kann, wenn es in grofsen Mengen gegeben wird und das verfügbare Körperwasser zu seiner Ausfuhr nicht ausreicht. Letzterer Fall dürfte bei Erkrankungen des Menschen kaum eintreten, wenn auch im Fieber infolge starker Wasserabgabe durch Haut und Lungen die für den Harn verfügbare Wassermenge recht gering sein kann. Ferner ist aber auch die NaCl-Zufuhr bei den meisten Kranken kleiner als normal.

Zweitens scheint die Verteilung der Wasserausfuhr im Fieber von Wichtigkeit zu sein; die Haut und peripheren Gefäfse sind erweitert, die Wasserabgabe durch Haut und Lungen vergröfsert, es wird daher auch ein verstärkter Flüssigkeitszufluſs dorthin stattfinden.

Man könnte sich nun vorstellen, dafs, da nach Schwenkenbecher[1]) die NaCl-Ausscheidung durch die Haut 0,5 g im Tag kaum überschreitet, dagegen reichlich Wasser abgegeben wird, das NaCl im Körper in konzentrierterer Lösung als sonst zurückbleibt und erst ausgeschieden wird, wenn wieder günstigere Bedingungen für die Entfernung durch die Nieren eintreten. Die NaCl-Untersuchungen der Organe von Kranken haben indes noch keinen Aufschluſs darüber gegeben, da die retinierten NaCl-Mengen, auf das ganze Körpergewicht berechnet, wohl zu gering sind.

Dafs NaCl auch bei anderen Erkrankungen im Körper zurückgehalten werden kann, zeigen die Fälle von hydropischen

1) Schwenkenbecher, Med. Klinik 1907, Nr. 27 u. 28.

Nierenerkrankungen, bei denen es auch nicht gelingt, mittels Wasserdurchschwemmung des Körpers eine vermehrte NaCl-Ausfuhr zu erzielen; die Niere scheidet dann einfach einen dünneren Harn aus als ohne Wasserausfuhr, obwohl sie noch immer stärker konzentrieren könnte. Diese Tatsache weist auf eine Störung hin, die nicht allein in den Nieren, sondern auch im Gefäfssystem liegt.

Zur Klärung der Frage schienen daher Tierversuche geeigneter. Über den Kochsalzstoffwechsel bei experimentellem Fieber liegen bisher nur wenige Angaben vor. Hutchinson[1]) infizierte Kaninchen mit Pneumokokken, erzielte aber keine NaCl-Retention. Grünbaum[2]) erzeugte Fieber bei Hunden durch abgetötete Pyocyaneuskulturen und erhielt tatsächlich eine Kochsalzretention, besonders an den ersten Fiebertagen; in den späteren trat trotz gleicher Höhe der Temperatur annähernd Gleichgewicht oder sogar Mehrausscheidung ein. Beide Hunde nahmen infolge Stickstoff- und Wasserverlustes mäfsig an Gewicht ab, doch sind an einzelnen Tagen der Fieberperiode Gewichtszunahmen vorhanden, die nur auf Wasserretention bezogen werden können; manchmal, aber nicht immer, fällt damit eine besonders starke Retention von NaCl zusammen. Bei beiden Tieren findet mit und nach der Entfieberung ein weiteres Absinken des Gewichtes und gleich- oder etwas nachzeitige Entchlorung statt. Leider wirkt für die Beurteilung des ersten Falles die hämorrhagische Nierenentzündung und für die des zweiten die ungleichmäfsige Salzzufuhr ungünstig. Auf die eigentliche Ursache der Retention wird nicht näher eingegangen, sondern nur die Zweckmäfsigkeit eines erhöhten NaCl-Gehaltes der Zellen diskutiert, die infolge der Steigerung des oxydativen Prozesses im Fieber ein vermehrtes Bedürfnis an Katalysatoren hätten.

A. Der NaCl-Wechsel bei durch Toxine erzeugtem Fieber.

Um zu sehen, ob auch bei Fiebererzeugung durch andere Mittel NaCl retiniert würde, d. h. ob die NaCl-Retention eine dem Fieber

1) Hutchinson, vgl. Malys Jahresber. 1899, Bd. 79 S. 726.

2) Grünbaum, Sitzungsber. der phys.-med. Sozietät in Erlangen 1907, Bd. 39 S. 105.

eigentümliche Erscheinung sei, erhielten zunächst mehrere Tiere Injektionen von Heuinfus, das Temperatursteigerung hervorruft.

Die nach ungefähr achttägigem Stehen von destilliertem Wasser mit Heu im Brutschrank erhaltene Flüssigkeit wurde eingeengt und sterilisiert. Der Gehalt an N betrug 0,0308 %, an Na Cl 0,1053 %. Phosphorsäure war höchstens in Spuren enthalten.

Die Temperaturmessungen wurden im After vorgenommen; in die Tabelle wurde nur jedesmal die höchste Tagestemperatur eingetragen.

Der Kot der Tiere war während der Fieberperioden spärlich und sehr trocken. Die Tiere fühlten sich während des Fiebers anscheinend nicht wohl, verloren ihre Munterkeit, nahmen aber das ganze Fressen. Cylinder wurden im Urin nie gefunden.

Versuch 1. Hund 1.

Zu dem Versuche diente Hund 1, der schon lange Zeit zu den Normalversuchen benutzt worden war.

Tabelle I.

Einnahme: 200 Fleisch, 50 Reis, 20 Fett, 320 H_2O, entsprechend: N = 7,70, P_2O_5 = 1,11, Cl Na = 1,14, OH_2 = 470.

Datum	Körper-Temp. °C	Gew. kg	Urin: Menge	Urin: Spez. Gew.	Urin: Na Cl %	Urin: Na Cl g	Urin: P_2O_5 %	Urin: P_2O_5 g	Urin: N %	Urin: N g	Zugabe
7./8. V.	—	6,27	338	1025	0,46	1,58	0,32	1,13	1,95	6,82	
8./9. »	—	6,27	279	1031	0,47	1,24	0,35	1,03	2,37	6,85	
9./10. »	38,4	6,25	305	1028	0,33	1,05	0,38	1,19	2,26	7,14	
10./11. »	40,5	6,19	**532**	**1019**	**0,14**	**0,78**	**0,23**	**1,24**	**1,38**	**7,60**	30 ccm Heuinf. + 200 H_2O
11./12. »	40,2	6,20	**234**	**1040**	**0,26**	**0,64**	**0,60**	**1,44**	**3,49**	**8,41**	70 ccm Inf.
12./13. »	40,0	6,30	**227**	**1044**	**0,99**	**2,28**	**0,47**	**1,11**	**3,51**	**8,21**	+2,0 ClNa+60 ccm Inf
13./14.	38,9	6,45	**224**	**1041**	**0,23**	**0,56**	**0,53**	**1,24**	**3,93**	**9,05**	+ 60 ccm Infus
14./15. »	38,6	6,25	474	1023	0,43	2,15	0,26	1,29	1,94	9,48	
15./16. »		6,12	460	1023	0,50	2,41	0,28	1,24	2,07	9,79	
16./17. »		6,09	362	1028	0,28	1,11	0,38	1,42	2,79	10,38	

Bilanztabelle.

	Einnahmen: Na Cl	Einnahmen: P_2O_5	Einnahmen: N	Ausgabe mit Harn und Kot: Na Cl	Ausgabe mit Harn und Kot: P_2O_5	Ausgabe mit Harn und Kot: N	Bilanz: Na Cl	Bilanz: P_2O_5	Bilanz: N
Vorperiode	3,41	3,34	23,10	3,90	3,60	22,00	— 0,48	— 0,26	+ 1,10
Fieberperiode	6,77	4,46	30,87	4,29	5,37	34,82	+ 2,48	— 0,91	— 3,95
Nachperiode	3,41	3,34	23,10	5,70	4,35	31,62	— 2,29	— 1,01	— 8,52

Aus dem Versuche geht deutlich hervor, dafs ein nahezu im N-Gleichgewicht befindlicher Hund, der sich auch seit langem auf ziemlich regelmäfsige Na Cl-Ein- und Ausfuhr gestellt hat, durch ein toxisches Mittel in den Fieberzustand versetzt, Kochsalz retiniert und dieses in der Nachperiode fast ganz wieder abgibt. Die Retention hält vom ersten bis letzten Tage der allerdings nicht sehr langen Periode an und ist auch am ersten der Nachperiode noch vorhanden.

Am ersten Tage werden trotz reichlicher Wasserzufuhr und entsprechender Urinmenge von der eingenommenen Na Cl-Menge rund 30% retiniert; zugleich nimmt das Körpergewicht etwas ab. Die Retention ist am folgenden Tage etwas stärker und wird durch die Mehrzufuhr von weiteren 2 g Kochsalz am dritten Tage noch mehr gesteigert. Im ganzen bleiben 2,5 g Na Cl im Körper zurück, wozu noch die geringe aus dem eingeschmolzenen Gewebe stammende Menge kommt, die sich ohne Respirationsversuche jedoch nicht genau berechnen läfst.

Bei gleicher Wasserzufuhr (es kommt nur die Menge des Infuses gegen die Vorperiode dazu) fand nun trotz des Verlustes an Eiweifs und wohl auch Fett vom zweiten Tage ab eine ständige Zunahme des Körpergewichts um 260 g statt. Dieses kann nur auf eine Vermehrung der absoluten Wassermenge zurückgeführt werden. Auf die drei Tage der Gewichtszunahme träfe die Retention von 2 g Na Cl, also eine 0,77 prozentige Lösung. Da wir am Normaltier gesehen haben, dafs durch Wasseransatz das Kochsalz sogar in viel stärkerer Lösung zurückbehalten werden kann, so stünde nichts im Wege, die Na Cl-Retention der drei letzten Versuchstage nur durch Wasseransatz zu erklären. Dafs dieser jedoch nicht die alleinige Ursache ist, oder sogar nur eine verhältnismäfsig kleine Rolle spielt, geht jedoch aus dem gegenteiligen Verhalten am ersten Versuchstage hervor; später soll noch weiter auf diese Frage eingegangen werden.

Mit Ende des Fiebers erfolgen gleichzeitig Steigerung der Harnmenge, Gewichtsabnahme, die an den ersten zwei Tagen nicht ganz durch den nachträglichen N-Verlust erklärt werden kann, und Ausschwemmung des Kochsalzes. Mit dem Verhalten

des Gewichts verglichen, würde das NaCl in 0,68prozentiger Lösung wieder abgegeben, was ungefähr der Konzentration bei der Aufnahme entspräche.

Die nachträgliche hohe N-Ausscheidung ist nicht nur auf die N-Zubufse zu beziehen, sondern auf das Entstehen eines Abszesses am Rücken des Tieres, der später wieder ausheilte.

Die Phosphorsäureausscheidung läuft während der Fieberperiode dem N nicht parallel, sondern wechselt auffallend stark, so dafs an zeitweise Retention gedacht werden mufs.

Versuch 2.

Neuer Hund (2a); er befand sich von Anfang an in N-Unterbilanz, die kurz vor dem zweiten Versuche fast ganz geschwunden war.

Tabelle II.

Kost: 200 Fleisch, 50 Fett, 3 g ClNa, 110 H_2O.

		N_2	P_2O_5	NaCl	H_2O
entsprechend:	2.—7. V.	6,77	1,11	3.12	270
	8.—17. »	6,99	1,11	3,12	270
	18.—19. »	6,81	1,11	3,12	270

Datum	Körp. Temp. °C	Gewicht	Urin: Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Bemerkungen
2./3. V.	—	6,71	213	—	1,52	3,34	0,49	1,08	3,43	7,50	
3./4. »	38,2	6,57	194	1047	1,73	3,46	0,47	0,96	3,45	6,98	
4./5. »	40,8	6,55	**221**	**1045**	**0,70**	**1,65**	**0,48**	**1,09**	**3,29**	**7,47**	40 ccm Infus, 200 H_2O
5./6. »	40,1	7,00	**326**	**1027**	**0,56**	**1,93**	**0,27**	**0,90**	**2,29**	**7,66**	50 ccm Infus, 400 H_2O
6./7. »	40,8	7,00	**298**	**1032**	**0,84**	**2,61**	**0,28**	**0,86**	**2,36**	**7,23**	60 ccm Infus, 100 H_2O
7./8. »	38,6	6,97	243	1042	1,26	3,15	0,48	1,20	3,23	8,05	
8./9. »	—	6,97	170	1043	1,29	2,29	0,45	0,80	3,67	6,44	21 St.
9./10. «	—	6,92	263	1042	1,53	4,13	0,42	1,14	2,71	7,33	27 St.
10./11. »	—	6,95	215	1045	1,59	3,51	0,50	1,10	3,48	7,69	+ 100 H_2O
11./12. »	—	6,80	219	1041	1,62	3,63	0,36	0,82	2,66	6,03	
12./13. »	38,6	6,70	186	1049	1,67	3,20	0,55	1,05	3,61	6,91	
13./14. »	40,6	6,80	**197**	**1048**	**1,07**	**2,29**	**0,55**	**1,16**	**3,89**	**8,08**	60 ccm Infus
14./15.	39,6	6,87	**155**	**1056**	**0,64**	**1,17**	**0,79**	**1,30**	**4,93**	**8,08**	60 ccm Infus
15./16. »	38,6	6,82	246	1042	1,78	4,56	0,46	1,12	2,62	6,86	
16./17. »	—	6,77	207	1041	1,61	3,52	0,47	1,06	3,04	6,72	
17./18. »	—	6,72	164	1050	1,59	2,80	0,59	1,05	3,93	6,86	
18./19. »	—	6,73	168	1050	1,70	3,04	0,63	1,14	3,74	6,71	
19./20. »	—	6,75	163	1048	1,77	3,07	0,52	0,94	3,53	6,18	

Bilanztabelle.

	Einnahmen			Ausgabe durch Harn und Kot			Bilanz		
	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N	NaCl	P_2O_5	N
Vorperiode	6,24	2,23	13,53	6,81	2,33	15,06	— 0,56	— 0,10	— 1,53
1. Fieberperiode	9,52	3,34	20,35	6,20	3,37	23,21	+ 3,32	— 0,03	— 2,87
Nachperiode	18,73	6,68	41,60	19,95	7,03	42,45	— 1,22	— 0,45	— 0,85
2. Fieberperiode	6,37	2,23	14,01	3,48	2,65	16,71	+ 2,89	— 0,42	— 2,70
Nachperiode	15,61	5,57	34,58	17,02	5,76	34,71	— 1,41	+ 0,12	— 0,13

Der Versuch unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dafs das Tier während der Fieberdauer mehr NaCl und mehr Wasser erhielt. Die NaCl-Retention ist dementsprechend auch gröfser; sie beträgt 3,3 g in drei Tagen gegen 2,5 g in vier Tagen bei Hund 1. In Prozenten der eingeführten NaCl-Menge macht das bei beiden Tieren 34,7 resp. 38,2 % aus. Wie im ersten Versuch findet anfangs ein kleiner Gewichtsverlust statt, dem ein rapider Anstieg folgt; auf alle drei Tage berechnet, erfolgt die NaCl-Retention in 0,73 proz. Lösung. In der Nachperiode wurde nur ein Drittel davon wieder abgegeben, auch das Gewicht sank nur langsam auf die ursprüngliche Höhe. Es wurde hier also noch Wasser und mit ihm Kochsalz zurückbehalten, was vermutlich daher rührt, dafs in der Vorperiode infolge der NaCl-Zufuhr Wasser abgegeben worden war. Am Ende der ersten Nachperiode war das Tier jedenfalls um 1,5 g NaCl reicher als zu Beginn.

Um zu sehen, wie weit die Gewichtszunahme von der Wasserzufuhr abhängt, wurde im nächsten Versuch 3 keine Wasserzulage gegeben; eine Gewichtszunahme erfolgte trotzdem, war aber wesentlich geringer wie nach der reichlichen Wasserzufuhr. Die Urinmenge wurde kleiner. Die Retention von NaCl stieg dagegen bis auf 45,5 % der Zufuhr an. Der Wassermangel hat trotz der geringeren Wasserretention die NaCl-Retention also nicht verhindert; das NaCl wurde sogar in konzentrierterer Lösung, 1,7 %, wie in den früheren Versuchen aufgenommen. — Wasser- und NaCl-Abgabe in der Nachperiode sind auch ver-

hältnismäfsig gering. Am Ende der beiden Versuche waren 3 g NaCl im Körper verblieben.

Ob die geringe Wasserzufuhr an dem verhältnismäfsig hohen N-Verlust schuld ist, kann nach diesem einen Versuche nicht mit Sicherheit gesagt werden; an normalen Tieren steigert jedenfalls Durst die N-Zersetzung.

Die Differenz des täglichen N-Verlustes ist bei ungefähr gleich hohem Fieber jedenfalls auffallend. Er beträgt:

in Vers. 1 0,99 N p. d. b. durchschnittl. H_2O-Zufuhr von 425 ccm
» » 2 0,95 N » » » » » » 550 »
» » 3 1,35 N » » » » » » 330 »

Bestätigt sich weiterhin auch für den fiebernden Organismus diese Beeinflussung der N-Zersetzung durch Wasserzufuhr im günstigen Sinne, so erhält damit die Notwendigkeit einer reichlichen Flüssigkeitszufuhr beim Fiebernden, die in der Praxis schon allgemein anerkannt wird, eine neue Berechtigung.

Die Phosphatausscheidung erfolgt auch in diesen Versuchen ungleichmäfsig, geht an manchen Tagen sogar unter die Normalwerte herunter.

Wir haben gesehen, dafs die Gewichtszunahme in den bisherigen Versuchen in hohem Grade von der Wasserzufuhr abhängt, ausgenommen vielleicht den ersten Fiebertag, an dem ein Verlust vorherrschend zu sein scheint. Die Kochsalzretention verläuft keinenfalls vollständig abhängig von der Wasserretention. Umgekehrt kann man sich da auch fragen, ob nicht das Kochsalz zuerst retiniert wird und das Wasser nach sich zieht. Auch bei fieberhaften Zuständen — für viele Fälle von Nierenerkrankungen ist es ja allgemein bekannt — sprechen Beobachtungen in diesem Sinne. Die Tatsache, dafs bei einer Pneumoniekranken eine Zulage von Wasser allein gröfstenteils durch die Nieren wieder ausgeschieden wurde, dies jedoch durch eine gleichzeitige Kochsalzgabe unter Zunahme des Körpergewichts verhindert werden konnte, weist auf die primäre Rolle des NaCl hin. Ich entnehme den Versuch einer früheren Arbeit.[1])

1) Hoesslin, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1908, Bd. 93 S. 404.

Patientin, L. R. 21 Jahre alt, ziemlich schwere Pneumonie, langsame Rekonvaleszenz.

Im Urin leichte E.-Trübung.

Gleichmäfsige Kost: Milch, Bouillon, Mehlspeisen.

Datum	Temp. °C	Körp.-Gew. kg	Urin						Bemerkungen
			Menge	Spez. Gew.	Na Cl %	Na Cl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	
19./20. VI. 07	40,0 40,0	52,5	880	1012	0,45	3,92	0,16	1,43	
20./21. »	38,7 38,5	50,8	820	1015	0,14	1,15	0,09	0,71	
21./22. »	38,5 39,9	50,7	240	1022	0,08	0,20	0,24	0,59	
22./23. »	38,6 39,8	50,6	**1520**	**1010**	**0,05**	**0,71**	**0,07**	**1,05**	+ 1½ l Wasser
23./24. „	38,5 40,0	50,1	600	1023	0,04	0,18	0,19	1,16	
24./25. »	38,5 40,0	50,1	**500**	**1024**	**0,33**	**1,76**	**0,20**	**0,99**	+ 1½ l Wasser + 10 g Na Cl
25./26. »	39,1 39,3	50,2	480	1016	0,92	4,44	0,06	0,27	
26./27. »	38,0 37,6	50,0	400	1020	0,34	1,36	0,17	0,68	
27./28. »	36,7 37,8	49,8	800	1023	0,62	4,96	0,18	1,50	
28./29. »	37,3 37,4	49,5	500	1028	1,28	6,38	0,21	1,06	

Auch Schwenkenbecher konnte einige Male Zunahme des Körpergewichts von Typhuskranken nach reichlicher Salzzufuhr konstatieren. — In den bisherigen Versuchen am Hunde war der Einfluſs des Na Cl nicht sehr ausgesprochen; in Versuch 1 steigt bei gleichmäfsiger Wasserzufuhr mit 1 g Na Cl das Gewicht sogar noch stärker an wie an dem Tage mit 3 g; beim Vergleich von Versuch 1 und 2 scheint allerdings die höhere Na Cl-Zufuhr auf die Gewichtszunahme von Einfluſs gewesen zu sein. Sicher besteht dagegen ein fördernder Einfluſs in dem folgenden Versuche.

Versuch 3.

Zu dem Versuche wurde ein Dachshund (3) benutzt, er befand sich am Anfang nicht ganz in N- und Na Cl-Gleichgewicht, doch stört das das Ergebnis in diesem Falle nicht.

Tabelle III.

Nahrung: 150 Fleisch, 10 Fett, 80 Wasser, 1 g Kochsalz.

entsprechend: 23.—27. V. N = 5,48, P_2O_5 = 0,75, Cl Na = 1,08, H_2O = 190 g
28.—2. VI. N = 4,79, P_2O_5 = 0,75, Cl Na = 1,08, H_2O = 190 g

Datum	Temp. °C	Körp.-Gew. kg	Urin [1] Menge	Spez. Gew.	Na Cl %	Na Cl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Bemerkungen
23./24. V.	—	4,96	132	1047	0,73	1,05	0,66	0,90	4,40	6,01	+ 100 H_2O
24./25. »	—	4,94	111	1059	0,81	0,97	0,81	1,03	5,01	5,90	+ 100 H_2O
25./26. »	—	4,90	175	1033	0,52	0,99	0,44	0,90	3,01	5,61	+ 100 H_2O
26./27. »	38,0	4,87	272	1031	1,55	4,30	0,33	1,02	1,89	5,48	+ 200 H_2O + 4,0 g Cl Na (i. g. 5,0424 Na Cl)
27./28. »	39,4	4,87	**302**	**1020**	**0,13**	**0,47**	**0,30**	**1,04**	**1,93**	**6,17**	20 g Infus + 200 H_2O, kein Kochsalz
28./29. V.	39,4	4,88	**122**	**1056**	**0,80**	**1,05**	**0,62**	**0,85**	**4,41**	**5,98**	30 g Infus + 2,0 g Cl Na (i. g. 3,0592 g)
29./30. »	39,7	4,80	117	1051	1,26	1,56	0,48	0,65	4,15	5,20	
30./31. »	39,5	4,76	132	1045	0,85	1,20	0,47	0,75	4,14	5,81	
31./1. VI.	39,2	4,93	**132**	**1047**	**0,79**	**1,12**	**0,39**	**0,64**	**3,98**	**5,60**	10 g Infus + 2,0 g Cl Na + 200 H_2O (i. g. 3,0592 g NaCl)
1./2. »	38,9 [2]	4,72	173	—	1,43	2,47	0,41	0,71	3,41	5,90	
2./3. »	38,7	4,74	230	1028	0,66	1,52	0,19	0,44	2,41	5,55	+ 200 H_2O

Bilanztabelle.

	Einnahmen Na Cl	Einnahmen P_2O_5	Einnahmen N	Ausgabe durch Harn und Kot Na Cl	Ausgabe durch Harn und Kot P_2O_5	Ausgabe durch Harn und Kot N	Bilanz Na Cl	Bilanz P_2O_5	Bilanz N
Vorperiode	8,27	3,00	21,90	7,38	4,66	25,28	+ 0,89	— 1,66	— 3,37
Fieberperiode	8,36	3,75	24,64	5,48	4,94	31,60	+ 2,88	— 1,19	— 6,96
Nachperiode	2,15	1,50	9,58	4,02	1,55	12,59	— 1,87	— 0,05	— 3,01

1) Urin häufig mit Kot gemischt.

2) Das Fieber ging nach den Injektionen nicht ganz herunter, da sich an der einen Einstichstelle ein Abszefs gebildet hatte. Am 1. VI. wurden durch Punktion 100 ccm Eiter entleert, die 0,293 g NaCl und 0,750 P_2O_5 enthielten. Die N-Bestimmung ging verloren.

Aus den Zahlen geht hervor, dafs nach Wasserzulage allein (es ist allerdings der erste Versuchstag) keine Gewichtszunahme erfolgt, dagegen sofort nach Zulage von Wasser und Kochsalz, dafs ferner bei beschränkter Wasserzufuhr an den kochsalzarmen Tagen das Gewicht absinkt, während es sich am Tage der NaCl-Zulage auf gleicher Höhe hält. — Die Tatsachen stehen demnach so, dafs eine Retention von Wasser allein erfolgen kann, dafs dagegen Kochsalz auf sie einen fördernden Einflufs ausübt.

Es ist auffallend, dafs dies mit den erwähnten Befunden von Heineke übereinstimmt, wonach gerade bei den Tieren, bei denen eine Schädigung der Gefäfse durch Uran vorlag, zwar Wasser allein auch zur Ödembildung führte, diese jedoch durch gleichzeitige NaCl-Zufuhr gesteigert wurden. Man braucht deshalb noch nicht in den Fieberversuchen eine Gefäfsschädigung anzunehmen, sondern die Befunde scheinen nur auf Mitbeteiligung des Gefäfssystems an der Wasserretention hinzuweisen.

B. Der NaCl-Wechsel bei durch Trypanosomen erzeugtem Fieber.

In zwei weiteren Versuchen wurde noch der Einflufs eines infektiösen Fiebers geprüft. Die Tiere wurden mit Trypanosoma Brucei, dem Erreger der Nagana, das von Herrn Geheimrat Fraenkel in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt worden war, infiziert.

Versuch 4.

Da bei dem Tier (4) Urin und Stuhl meist nicht zu trennen waren, sind in der Tabelle nur die gesamten Ausfuhrwerte angegeben. Die anfänglichen ungleichen N-Werte rühren davon her, dafs das Tier nicht zu bewegen war, das Futter auf einmal zu fressen. Das ihm zugesetzte Wasser plus Kochsalz wurde meist bald nach dem Vorsetzen genommen. Das ohnehin nicht sehr kräftige Tier hatte nach 3 Tagen schon ziemlich viele Trypanosomen im Blut und war matt. Später lag es meist im Käfig und rührte sich kaum. Eiweifs wurde nicht in nennenswerter Menge im Urin gefunden, Cylinder nie.

(Siehe Tabelle IV auf S. 58.)

Wir finden hier bezüglich des NaCl-Wechsels das gleiche, wie bei dem toxischen Fieber, nur nicht in der gleichen Intensität. Das Fieber war auch nicht sehr ausgesprochen.

Tabelle IV.

Zufuhr: 150 Fleisch, 50 Fett, 1 ClNa, 180 H_2O.

	N_2	P_2O_5	ClNa	OH_2
Einnahme: 14./17. V.	5,25	0,75	1,08	285
17./18. »	5,11	0,75	1,08	285

Datum	Körp.-Temp. °C	Gew. kg	Ausgabe durch Harn und Kot ClNa	P_2O_5	N	Bilanz ClNa	P_2O_5	N	Bemerkungen
14./15. V.	—	5,22	1,12	0,90	5,98	— 0,05	— 0,15	— 0,73	
15./16. »	—	5,17	1,10	0,95	7,31	— 0,02	— 0,20	— 2,06	
16./17. »	—	5,29	1,18	0,84	6,17	— 0,10	— 0,09	— 1,33	
17./18. »	—	5,23	0,83	1,02	6,80	+ 0,24	— 0,27	— 1,55	18. V. mit Trypanos. Brucei inf.
18./19. »	38,0	—	1,39	0,90	5,41	— 0,22	— 0,15	— 0,30	
19./20. »	—	—	1,05	0,85	6,47	— 0,03	— 0,10	— 1,36	
20./21. »[1]	38,6	—	0,84	0,86	5,45	+ 0,24	— 0,11	— 0,35	Beginn d. Krankheitssymptome
21./22. »	—	5,00	1,04	0,90	5,80	+ 0,03	— 0,15	— 0,69	
22./23. »	—	4,97	0,96	0,89	4,85	+ 0,12	— 0,14	+ 0,26	
23./24. »	39,2	4,92	0,98	0,74	4,24	+ 0,10	+ 0,01	+ 0,87	
24./25. »	39,2	5,05	0,97	0,85	7,01	+ 0,08	— 0,10	— 3,35	Nur 100 g Fleisch in der Nahrung. + 200 H_2O. N-Zufuhr = 3,6518 g NaCl = 1,052 g
25./26. »[2]	39,4	4,78	1,02	1,46	8,14	+ 0,03	— 0,71	— 4,49	+ 300 H_2O.
26./27. »	39,4	4,60	1,31	1,71	9,04	— 0,26	— 0,96	— 5,39	+ 300 H_2O.
27./28. »	—	—	—	—	—	—	—	—	Tier nachts gestorben. Urin v. ca. 12 Stunden.

Bilanz vom 14.—20. V. — 0,173 g NaCl
20.—27. » + 0,338 » »

Wir wissen auch aus der menschlichen Pathologie, wie verschieden bei den einzelnen Infektionen der NaCl-Stoff-Wechsel verläuft. — Mit dem Beginn der Krankheitserscheinungen tritt die positive NaCl-Bilanz auf, die sich in wechselnder Stärke bis zum letzten Tage erhält, an dem schliefslich noch eine deutliche Mehrausscheidung einsetzt, deren Ursache mit dem Substanzverlust kaum hinreichend erklärt werden kann, da sie zuvor unter fast gleichen Verhältnissen nicht erfolgt. An einem Versuchstage findet nach ausgiebiger Wasserzufuhr zweifellos eine Wasserretention statt; sie dauert aber nicht länger

1) Urin stets mit Kot gemischt.
2) Urinverlust.

an (24./25. V.). Auch bei dem Hunde Stähelins ist eine Retention an einigen Tagen wahrscheinlich; eine länger dauernde ergab sich nicht.

Ein zweiter Versuch (5) an einem Foxterrier führte zu einem ähnlichen Resultat.

Tabelle V.

Die Nahrung bestand aus 300 g Fleisch, 30 g Fett, 75 ccm Wasser, 1 g Kochsalz.

Einnahme: 14.—24. VI. $N = 9{,}942$, $P_2O_5 = 1{,}5$, $NaCl = 3{,}143$, $H_2O = 300$, vom 25. VI. ab: 7,571 N, 30. VI. ab: 10,666 N pro die.

Datum	Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Urin Spez. Gew.	Abgabe in Harn u. Kot ClNa	Abgabe in Harn u. Kot P_2O_5	Abgabe in Harn u. Kot N	Bilanz ClNa	Bilanz P_2O_5	Bilanz N	Bemerkungen
14./15. VI.	—	6,65	184	1050	2,89	1,21	7,76	+ 0,25	—	—	
15./16. »	—	6,65	222	1047	2,94	1,28	9,15	+ 0,20	—	—	Kot 14.—18. verloren gegangen.
16./17. »	—	6,60	208	1051	2,91	1,34	8,41	+ 0,23	—	—	
17./18. »	—	6,60	198	1053	2,84	1,37	9,23	+ 0,30	—	—	17./VI. infiziert.
18./19. »	—	6,65	225	1051	2,80	1,41	8,65	+ 0,34	+ 0,09	+ 1,29	
19./20. »	—	6,70	235	1067	2,71	1,71	9,42	+ 0,43	— 0,21	+ 0,52	
20./21. »	36,6	6,70	196	1061	2,85	1,46	9,65	+ 0,29	+ 0,04	+ 0,29	
21./22. »	37,0	6,70	—	—	3,03	1,33	11,13	+ 0,11	+ 0,17	— 1,19	22. Vereinzelte Trypanosomen im Blut.
22./23. »	—	6,70	200	1054	3,25	0,82?	10,92	— 0,11	+ 0,68	— 0,98	
23./24. »	37,2	6,70	185	1055	3,16	1,19	9,44	— 0,02	+ 0,31	+ 0,50	
24./25. »	36,6	6,75	208	1054	3,00	1,29	9,51	+ 0,14	+ 0,21	+ 0,43	
25./26. »	38,0	6,90	220	1048	2,46	0,99	10,05	+ 0,68	+ 0,51	- 2,48	+ 200 H_2O
26./27. »	39,1	6,94	260	1046	0,47	0,72	7,01	+ 2,57	+ 0,78	+ 0,56	+ 200 H_2O
27./28. »	40,1	6,90	176	1055	2,25	0,90	9,78	+ 0,89	+ 0,60	— 2,21	
28./29. »	38,9	6,80	285	1049	4,99	0,68	9,64	+ 3,11	+ 0,82	— 2,07	+ 5,0 ClNa (i. g. 8,12 g).
29./30. »	38,6	6,80	265	1052	4,00	1,35	11,05	— 0,86	+ 0,15	— 3,48	
30./1. VII.	38,4	6,70	400	1052	3,04	2,10	15,60	+ 0,10	— 0,68	— 4,93	
1./2. »	39,0	6,25	425	—	3,22	1,51	12,46	— 0,08	— 0,01	— 1,79	
2./3. »	38,4	—	355	1035	4,83	2,32	9,06	— 1,69	— 0,82	+ 1,61	Keine Trypanosomen im Blut.
3./4. »	38,0	6,25	530	—	4,00	1,56	7,48	— 0,86	— 0,06	+ 3,19	+ 200 H_2O
4./5. »	38,0	5,50	300	1035	2,16	1,23	4,27	+ 0,98	—	—	Nicht alles Futter gefressen. Im Urin reichlich Eiweiß! Durchfall, Urin u. Stuhl vermischt.
5./6. »	37,4	5,45	300	—	2,00	1,14	2,74	+ 1,14	—	—	Tier sehr elend.
6./7. »	35,8	5,30	60	—	0,06	0,03	0,06	—	—	—	Tod im Laufe des 6./VII.

Kot pro die:	N_2	P_2O_5	ClNa
13.—17. VI. verloren	—	—	—
18. VI.—4. VII.	0,345	0,070	0,003

Die NaCl-Retention ist zur Zeit der Temperatursteigerung sehr ausgesprochen, besonders nach Wasserzulage, der sie aber auch hier nicht genau parallel geht. Noch stärker ist die Retention nach NaCl-Zulage; am 28./29. VI. werden von 8,1 g NaCl 3,1 g retiniert und auch an den folgenden Tagen tritt keine vollständige Kompensation ein. Erst mit dem Nachlassen des Fiebers ist die Ausfuhr bedeutend gröfser wie die Einfuhr. Die letzten drei Tage können hier nicht in Betracht gezogen werden, da die Nieren nicht mehr intakt waren, wie der Eintritt einer starken Albumiurie zeigte.

Während des Fiebers wurde auch Wasser im Körper aufgespeichert. Trotz des N-Defizits vom 21. VI ab, nahm das Gewicht bis zum 25. VI. bei gleichmäfsiger Wasserzufuhr noch etwas zu, viel deutlicher dagegen an den beiden Wassertagen, an denen mindestens Wasser im Körper zurückblieb.

Die Phosphatausscheidung ist in der fieberfreien Periode ziemlich regelmäfsig, sinkt aber während des ersten Fieberanstiegs, um erst bei beginnendem Verfall wieder anzusteigen.

C. Der NaCl-Wechsel bei Überhitzung.

Zur Entscheidung, ob tatsächlich Zirkulationsveränderungen ein Einflufs auf die NaCl-Abgabe zukommt, wurde versucht, solche durch Erwärmung der Umgebung zu erzeugen. Kaupp[1]) hatte für den Menschen schon nachgewiesen, dafs Erhitzung infolge reichlicher Bewegung zu Kochsalzretention führt.

Die Tiere wurden zu dem Zwecke in einem doppelwandigen Kasten erwärmt, dessen Hohlräume mit Wasser gefüllt waren. Durch diese indirekte Erwärmung der Kastenluft konnte eine konstante Temperatur herbeigeführt werden. Ein langes Steigrohr sorgte für gute Ventilation, die unumgänglich nötig war, damit die Tiere nicht ins Schwitzen gerieten. Die ausführliche Beschreibung des Kastens siehe bei Loening[2]).

Versuch 5.

Das gleiche Tier wie bei Versuch 4 (Nr. 3).

1) Kaupp, Archiv f. physiol. Heilk. 1855, Bd. 14 S. 2; zit. Voit.

2) Loening, Experimentelle und klinische Untersuchungen über den Stoffwechsel im Fieber. Klin. Jahrb. 1907, Bd. 18 S. 1.

Tabelle VI.

Kost: 150 Fleisch, 10 Fett, 180 OH_2.

	N_2	P_2O_5	Cl Na
13.—17. V.	5,25	0,75	1,08
18.—22. »	5,11	0,75	1,08

Datum	Körp.-Temp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Spez. Gew.	NaCl %	NaCl g	P_2O_5 %	P_2O_5 g	N %	N g	Bemerkungen
13./14. V.	—	5,26	116	1051	0,92	1,13	0,62	0,75	4,75	5,52	
14./15. »[1]	38,2	5,28	128	1041	0,89	1,21	2,65	0,86	4,63	5,92	
15./16. »[2]	38,9	5,07	ca. 80	—	0,46	**0,37**	1,13	0,90	7,81	6,25	Vom 15.-18.V. im Wärmekasten b. 46° Lufttemp. + 300 H_2O
16./17. »	38,5	5,08	104	1060	0,88	**0,92**	0,95	0,98	6,70	6,96	+ 450 H_2O
17./18. »	39,2	5,02	171	1054	1,49	**2,55**	0,69	1,17	3,90	6,67	+ ca. 400 H_2O + 2 g ClNa (i.g. 3 g)
18./19. »	38,2	5,05	133	1049	1,23	1,71	0,69	0,95	4,73	6,29	
19./20. »	—	5,11	123	1046	0,91	1,19	0,72	0,92	4,28	5,27	
20./21. »	—	5,12	132	1044	0,81	1,14	0,76	1,04	3,38	4,46	
21./22. »	—	5,00	177	1039	1,72	**3,11**	0,46	0,85	2,69	4,76	+ 2,0 Cl Na.
22./23. »	—	5,00	109	—	1,18	1,36	0,76	0,86	5,25	5,72	

Bilanztabelle.

	Einnahmen NaCl	Einnahmen P_2O_5	Einnahmen N	Ausgabe in Harn und Kot NaCl	Ausgabe in Harn und Kot P_2O_5	Ausgabe in Harn und Kot N	Bilanz NaCl	Bilanz P_2O_5	Bilanz N
Vorperiode . .	2,14	1,50	10,49	2,35	1,68	11,58	— 0,21	— 0,18	— 1,09
Erhitzungsperiode	5,21	2,25	15,74	3,85	3,15	20,09	+ 1,36	— 0,81	— 4,35
Nachperiode . .	7,36	3,75	25,54	8,52	4,77	26,86	— 1,16	— 1,02	— 1,33

Zweifellos erfolgt auch hier auf die minimale Erhöhung der Körpertemperatur eine Kochsalzretention (auch nach Berücksichtigung des kleinen Verlustes am ersten Tage), die in der Nachperiode sofort wieder ausgeglichen wird. Das Tier hatte dabei im Kasten nicht die mindesten Krankheitserscheinungen gezeigt. Wie bei den Loeningschen Versuchen ist auch ein deutlicher N-Verlust sowohl in der Haupt- wie an den ersten zwei Tagen der Nachperiode vorhanden.

1) Urin mit Kot vermischt.

2) Urinverlust.

Die Phosphatausfuhr ist, wie in den übrigen Versuchen, unregelmäfsig verteilt und geht keineswegs mit dem N-Zerfall. Dieses regellose Verhalten bei allen Fieberversuchen scheint auch dafür zu sprechen, dafs Phosphate zeitenweise retiniert werden, zumal ihre Ausseidung nicht parallel der von Stickstoff geht.

Versuch 7.

Ähnlich verläuft ein zweiter Versuch (Hund 1) mit etwas höherer Temperatursteigerung.

Tabelle VII.

Nahrung pro die: 200 Fleisch, 50 Reis, 20 Fett, 320 Wasser, 3,1214 NaCl.

Datum	Körpertemp. °C	Gew. kg	Urin: Menge	Urin: spez. Gew.	Urin: NaCl %	Urin: NaCl g	Urin: NaCl i. Kot	Gesamt-Ausgabe	Bilanz	Bemerkungen
20./21. V.	—	5,85	336	1018	0,91	3,12	0,01	3,12	+ 0,01	
21./22. »	—	5,90	278	1025	0,94	2,66	0,01	2,67	+ 0,45	
22./23. »	38,6	5,90	339	1026	0,97	3,23	0,01	3,24	— 0,12	
23./24. »	39,4	5,74	187	1042	1,04	1,94	0,01	1,95	+ 1,18	Erhitzungstag. Kastentemp. 48°. H_2O Aufnahme beliebig = 650 g.
24./25. »	(38,6)	5,90	192	1045	1,63	3,19	0,01	3,20	— 0,08	
25./26. »		5,99	234	1036	1,38	3,29	0,01	3,30	— 0,18	
26./27. »	—	5,95	324	1027	1,10	3,28	0,01	3,29	— 0,17	

Die Retention von NaCl ist hier nur noch deutlicher. Beidemal findet zugleich erheblicher Wasserverlust statt, der auch durch starke Wasserzufuhr nicht immer gedeckt werden kann. Die Zulage von Kochsalz blieb ohne Einfuhr auf die Wasserretention. — Auffallend ist das Ausbleiben der NaCl-Ausschwemmung in den Nachtagen; ein Verlust von Urin hatte sicher nicht stattgefunden, das Tier auch nicht geschwitzt.

Versuch 8.

In einem weiteren Versuch (Hund 2a) ist die NaCl-Retention nur sehr gering. Die Gewichtsabnahme ist zwar sehr stark, so dafs reichlich NaCl im Körper überschüssig wird, kann aber nach Vergleich mit den anderen Versuchen doch nicht zur Erklärung für die hohen NaCl-Werte genügen. Das Tier ging leider plötzlich zugrunde.

Tabelle VIII.

Nahrung pro die: 200 Fleisch, 50 Fett, 260 Wasser, 3,12 NaCl.

Datum	Körpertemp. °C	Gew. kg	Urin Menge	Urin spez. Gew.	Urin NaCl %	Urin NaCl g	Urin NaCl i. Kot	Gesamt-Ausgabe	Bilanz	Bemerkungen
18./19. V.	—	6,75	168	1050	1,70	3,04	0,01	3,05	+ 0,07	
19./20. »	(38,2)	6,75	163	1048	1,77	3,07	0,01	3,08	+ 0,04	Lufttemp. 46°.
21./22. »	39,6	6,42	153	1053	1,95	2,99	—	2,99	+ 0,13	+ 200 H_2O.
22./23. »	40,1	6,19	148	1056	2,01	2,98	—	2,98	+ 0,14	+ 300 H_2O. Tier am 23. V. abds. plötzl. gestorben.

Die N-Bilanz der beiden Erhitzungstage betrug — 2,468 g.

Die P_2O_5-Bilanz — 0,02 g (nach Berechnung der mutmafslichen N- und P_2O_5-Menge im Kot); dabei war am ersten Versuchstage die P_2O_5-Bilanz positiv.

Ist die Wasserabgabe durch die Haut — in diesen Versuchen dürfen wir sie auch für den Hund annehmen — durch die Feuchtigkeit der umgebenden Luft sehr erschwert, kann man also annehmen, dafs zur Ermöglichung der Wärmeregulation die Hautgefäfse maximal erweitert sind, so ist die NaCl-Retention noch intensiver. Ich erwähne nur kurz einen Versuch, der in einem kleinen Kasten angestellt wurde, in dem das Tier aufserordentlich stark schwitzte und dabei — mit Einbeziehung des abgetropften Schweifses — von 3,1 g NaCl 1,9 g sowie reichlich Phosphate in 24 Stunden retinierte; die Temperatur war einmal auf 41,1° emporgegangen, hielt sich aber dann um 39,2°.

Mit Ausnahme von Versuch 8 finden wir also überall eine ziemliche Übereinstimmung.

Wir sehen, dafs es nicht einer Infektion oder einer Temperatursteigerung durch toxische Mittel bedarf, um NaCl zur Retention zu bringen, sondern dafs auch durch mechanische Erhöhung der Körpertemperatur infolge Störung der Wärmeregulation derselbe Effekt hervorgebracht werden kann. Man wird daher die NaCl-Retention um so weniger als Abwehrmafsregel gegen eine Infektion auffassen, wie es Grünbaum tut, oder sie durch rein toxische Wirkung erklären können, sondern es scheinen rein mechanische Verhältnisse im Kreislauf die

Hauptrolle zu spielen. Wie wäre sonst gerade an den ersten Tagen nach der Infektion bei Grünbaums Versuchen die Retention von NaCl deutlicher als in den späteren, trotz gleicher Fieberhöhe, und fiele sie bei Typhuskranken während des absteigenden Fiebers — auch wenn es hoch ist, fast ganz weg? Die schon erwähnte Mehrausscheidung an NaCl in Malariaanfällen ist auch damit nicht in Einklang zu bringen. Das Fieber an und für sich veranlafst die Retention also nicht.

Auch eine Nierenschädigung wird als alleinige Ursache bei diesen Versuchen kaum in Frage kommen, denn weder nach den Injektionen mit Heuinfus, noch in der ersten Zeit der trypanosomen Infektion wurden Eiweifs oder Cylinder im Urin gefunden. Eine Nierenschädigung hätte wohl auch gerade in den späteren Krankheitsperioden sich bemerkbar gemacht. Dafs ferner durch die geringe mechanische Störung in der Wärmeregulation die Nieren funktionsuntüchtig geworden seien, ist auch nicht anzunehmen, zumal da die prozentualen Werte der NaCl-Ausscheidung hier oft eher erhöht waren.

D. Der NaCl-Wechsel bei Zirkulationsstörungen.

Versuch 9 und 10.

In der Absicht künstliche Veränderungen der Zirkulation herbeizuführen, ohne dafs es zu einer pathologischen Wasseransammlung an einer Stelle des Körpers kommt, wurden auch Versuche mit Atropin (an Hund 2) vorgenommen, da dieses die peripheren Gefäfse stark erweitert. Allerdings ist es kaum möglich festzustellen, inwieweit nicht auch primär die Herzkraft dabei vermindert wurde und die Sekretion in den Nieren litt. Das Tier stand, nach seinem Befinden zu urteilen, jedesmal den ganzen Tag unter dem Einflufs des Atropins.

In beiden Versuchen fiel die Urinmenge sehr stark, die prozentualen Ausscheidungswerte für NaCl und N dagegen verhielten sich unregelmäfsig. Die Tatsache, dafs der P_2O_5-Wert prozentual garnicht vermindert, im zweiten Versuche sogar gestiegen war, könnte tatsächlich, wie dies auch Loewi[1]) tut, da-

1) Löwi, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1902, Bd. 48 S. 410.

Tabelle IX.

Hund 2.

Gewöhnliche Nahrung.

Einnahme: 14.—20. VI. N = 7,28, P_2O_5 = 1,17, ClNa = 3,14, H_2O = 275
20.—25. VI. N = 6,73, P_2O_5 = 1,19, ClNa = 3,12, H_2O = 275

Datum	Gewicht	Urin								Bemerkungen
		Menge	Spez. Gew.	Na Cl		P_2O_5		N[1])		
				%	g	%	g	%	g	
14./15. II.	5,42	143	1058	2,05	3,14	0,57	0,99	4,07	6,25	
15./16. »	5,46	156	1058	1,90	3,17	0,53	1,00	4,26	7,08	
16./17. »	5,44	88	1066	1,98	1,95	0,52	0,64	4,67	4,54	+ 0,05n Atropi subkutan
17./18. »	5,43	178	1065	2,49	4,65	0,47	1,02	4,11	7,75	
18./19. »	5,45	174	1062	2,26	3,53	0,55	0,99	4,71	7,36	
19./20. »	5,45	164	1060	1,92	3,36	0,51	1,02	4,33	7,53	
20./21. »	5,47	108	1055	1,39	1,71	0,75	0,99	3,71	4,44	+ 0,03 Atropin subkutan
21./22. »	5,48	183	1059	2,27	4,37	0,56	1,20	4,03	7,81	
22./23. »	5,48	169	1054	1,95	3,52	0,57	1,05	3,85	6,94	
23./24. »	5,48	174	1055	1,78	3,37	0,50	1,04	4,03	7,44	

1) Mit Hinzurechnung des Spülwassers. Das Tier hatte erbrochen.

für verwertet werden, dafs der Ausscheiduugsmodus für sie sowie NaCl und Harnstoff nicht der gleiche ist. Da die Sekretionstätigkeit der Nieren — nach den prozentualen N-, P_2O_5-, NaCl-Werten zu beurteilen — jedoch nicht gelitten hatte, so kann man ebensogut das Sinken der Urinmenge und somit der absoluten NaCl-, P_2O_5- und N-Werte auch auf Änderungen im Kreislauf zurückführen.

Im gleichen Sinne kann man weitere Versuche von Kast auffassen[1]), der fand, dafs nach CO-Vergiftung, durch die auch die peripheren Gefäfse erweitert werden, eine starke Retention von NaCl erfolgte; sie ging so weit, dafs manchmal im Urin überhaupt nur Spuren von NaCl erschienen. Über die N- und P_2O-Ausscheidung ist nichts mitgeteilt. Die nachträgliche Mehrausscheidung von NaCl ist nicht in allen Versuchen konstant

1) Kast, Zeitschr. f. physiol. Chemie 1888, Bd. 12 S. 267.

zu sehen. Wurde dagegen die Vergiftung an einem NaCl-armen Tiere vorgenommen, so trat eine leichte Erhöhung der Na Cl-Ausfuhr ein. Man geht nicht fehl, wenn man diese auf Einschmelzung von Körpersubstanz und Freiwerden von Cl zurückführt, was durch die gröfsere NaCl-Zufuhr in den anderen Versuchen ganz verdeckt wird. Münzer und Palma[1]) fanden, dafs die P_2O^5-Ausscheidung und der N-Verlust parallel gingen.

Sehr merkwürdig ist auch die von Kast gefundene starke Senkung der NaCl-Ausscheidung nach einem Aderlasse; sie ist viel stärker als dem NaCl des entnommenen Blutes (auch wenn man es höher als Kast berechnet) entspricht. Auch dieser Versuch spricht für die Bedeutung von Zirkulationsänderungen (selbstverständlich unter Ausschlufs von pathologischen Wasseransammlungen) für den NaCl-Wechsel, wenn auch die einzelnen Vorgänge noch unklar sind.

Fassen wir die Resultate der verschiedenen Versuche noch einmal zusammen, so sehen wir, dafs bei jeder Erhöhung der Körpertemperatur, sei sie durch Infektion oder durch Toxine, sei sie durch künstliche Steigerung der Aufsentemperatur hervorgebracht, eine mehr oder minder starke Retention von Kochsalz stattfindet, die nicht in allen Fällen durch eine gleichzeitige Wasserretention erklärt werden kann. Doch findet stets beim Fieber — vielleicht mit Ausnahme des ersten Tages eine deutliche Wasserretention statt, die sich durch Gleichbleiben oder Ansteigen des Körpergewichtes bei negativer Stickstoffbilanz dokumentiert. Damit ist auch der experimentelle Beweis für die alte Leydensche Theorie einer Wasserretention bei Infektionskrankheiten geliefert. —

Durch NaCl kann der Wasseransatz noch verstärkt werden. Dieses Verhalten des Wasser- und Kochsalzwechsels, sowie die Versuche, in denen durch Änderungen der Zirkulation eine Retention von Kochsalz im Organismus erzielt wurde (CO-Vergiftung, Aderlafs, Atropinvergiftung), weisen darauf hin, dafs die Nieren selbst hierbei nicht oder nur in geringem Grade beteiligt

1) Münzer u. Palma, Zeitschr. f. Heilk. 1896, Bd. 15 S. 185.

sind, sondern dafs die Ursachen im Kreislauf selbst, vermutlich in dem vermehrten Zustrom in periphere Gebiete, zu suchen sind. Die genaueren Vorgänge, speziell in welchen Organen das Kochsalz zurückbehalten wird, müssen erst weitere Versuche lehren.

Betrachten wir von diesem Gesichtspunkt aus die klinischen Beobachtungen über Kochsalzretention Fiebernder, soweit eine stärkere Schädigung der Nieren und Beeinflussung durch Herzschwäche ausgeschlossen werden kann, so werden wir das verschiedene Verhalten bei den einzelnen Erkrankungen vielleicht leichter verstehen. Allerdings ist über das Verhalten der Hautgefäfse wenig Sicheres bekannt und die Blutdruckmessung klärt uns auch nur einseitig über sie auf.

Bei der Erkrankung, bei welcher die intensivste NaCl-Retention besteht, der Pneumonie sehen wir während der ganzen Dauer des Fiebers und noch darüber hinaus an der Gesichtsfarbe die Erweiterung der Hautgefäfse; ähnlich ist es in den ersten Tagen einer heftigen Angina. Bei Infektionen, die sich durch Exantheme manifestieren, können wir gleichfalls eine Erweiterung des ganzen Gefäfssystems an der Oberfläche annehmen; bei Erysipel ist zum mindesten eine lokale Hyperämie an den befallenen Stellen vorhanden. Auch das wechselnde Verhalten der Chlorretention bei Typhuspatienten, deren Intensität nicht immer dem Fieber parallel geht, wird leichter erklärlich, wenn man die gerade bei dieser Erkrankung vorhandene Labilität im Verhalten des Gefäfssystems bedenkt. Die Leberausscheidung im Malariaanfall müfste dann eine entgegengesetzte Ursache haben.

In einer früheren Arbeit über den Kochsalzstoffwechsel bei Pneumonie war ich geneigt, einer relativen Niereninsuffizienz einen grofsen Anteil der Störung im Kochsalzwechsel zuzuschreiben, da sich manche Vergleichspunkte mit Befunden bei Nierenerkrankungen ergeben hatten. Es war jedoch schon damals auf die mögliche Bedeutung von Änderungen in der Zirkulation hingewiesen worden. Nach den neueren Untersuchungen haben sich jedoch manche Vermutungen, die auch andere Autoren hegten, z. B. über das Wechselverhältnis in der Ausscheidung von Kochsalz und Stickstoff, Kochsalz und Phosphorsäure, die

auf eine relative Niereninsuffizienz zielten, nicht als berechtigt erwiesen. Auch die Frage, was der primäre Faktor bei der Retention sei, ob das Kochsalz das Wasser nach sich zieht, oder ob das Umgekehrte stattfindet, scheint an Bedeutung eingebüfst zu haben, nachdem festgestellt ist, dafs Wasser allein zurückbehalten werden kann, Kochsalz aber einen fördernden Einflufs auf die Retention ausübt; dafs endlich auch das Kochsalz allein im Körper angereichert zu werden vermag.

Nach den bisherigen experimentellen Untersuchungen bestehen für Nierenerkrankungen, bei denen gerade die Gefäfsschädigungen eine Rolle spielen, ähnliche Verhältnisse, die darauf hinweisen, dafs für die Beurteilung einer Retention von harnfähigen Stoffen, vor allem des NaCl, nicht allein die Nieren in Frage kommen. Die Zukunft wird lehren müssen, ob sich auch für die hydropischen Nierenerkrankungen des Menschen, bei denen Gefäfsschädigungen nachgewiesen sind, diese Befunde bestätigen. Vielleicht wird dann auch eine Trennung der einzelnen Formen, für die wir eine verschiedene Ätiologie auf Grund allerdings noch spärlicher anatomischer Untersuchungen annehmen[1]), von funktionellen Gesichtspunkten aus möglich sein.

Zusammenfassung.

Fassen wir die hauptsächlichsten Resultate der Untersuchungen über den Kochsalzwechsel noch einmal zusammen, so ergibt sich folgendes:

I.

1. Bei länger dauernder konstanter Kochsalzzufuhr, die das Minimalbedürfnis des Körpers übersteigt, wird alles eingeführte Kochsalz durch die Nieren wieder ausgeschieden. Die Abgabe erfolgt nicht alle Tage gleichmäfsig, sondern es bestehen tägliche und periodische Schwankungen, deren Ursachen nicht genau ersichtlich sind, die jedoch nicht immer kleineren Schwankungen im Wasserhaushalt entsprechen.

1) Heineke, Virchows Archiv 1909, Bd. 196.

Bei länger dauernder Zufuhr gröfserer Kochsalzmengen (3 g) stellt sich der Wasserwechsel auf diese ein und hält sich dann im Gleichgewicht. Der Organismus kann sich dann ohne Schaden für längere Zeit im Durstzustande befinden.

2. Eingeführte einmalige gröfsere Kochsalzzulagen werden in 24 Stunden ganz oder gröfstenteils wieder ausgeschieden, wobei infolge des Wasserverlustes deutlicher Gewichtsabfall eintritt, falls nicht genügend Wasser mit der Nahrung zugeführt worden war. Verbleibt ein Teil des NaCl im Körper, so bestand vorher entweder Kochsalzarmut des Körpers, oder Mangel an dem zur Ausscheidung nötigen Wasser bei relativer Insuffizienz der Nieren; endlich kann Ansatz von Wasser oder Körpersubstanz die Retention von Kochsalz verursachen.
3. Ansatz von Wasser hat in den meisten Fällen gleichzeitigen Ansatz von Kochsalz zur Folge; dabei wird Kochsalz nicht streng in physiologischer Lösung retiniert, sondern diese kann sowohl konzentrierter als auch schwächer sein. Es kann aber auch Wasser ohne Kochsalz im Körper verbleiben, wenn ein Bedarf an letzterem nicht besteht, endlich kann unter bestimmten Bedingungen trotz Wasseransatz noch Kochsalz abgegeben werden.

   Umgekehrt läfst sich nicht mit der gleichen Sicherheit feststellen, dafs Kochsalzretention eine Retention von Wasser nach sich zieht, soweit nicht der Ansatz von Stickstoff durch Kochsalz gefördert wird; möglicherweise wirkt die Einsparung von dauernden kleinen Kochsalzmengen fördernd auf den Wasseransatz.
4. Kochsalz wirkt sparend auf die Eiweifszersetzung, solange es nicht dem Körper Waser entzieht und durch die Wasserarmut eine Mehrzersetzung von stickstoffhaltiger Substanz stattfindet.

   Wasser in mäfsigen Mengen hat daher nur einen günstigen Einfluſs auf den Stickstoffwechsel, solange es

selbst angesetzt wird. Eine Vermehrung des Eiweifszerfalles durch Mehrzufuhr von Wasser bei ursprünglichem Wassergleichgewicht ist nicht vorhanden.

5. Gröfsere Kochsalzdosen rufen eine Vergröfserung der Phosphatausscheidung hervor. Ihre Wirkung scheint sich nur auf eine kleine Menge von Phosphaten im Blute zu erstrecken.

II.

1. Durch Erhöhung der Körpertemperatur mittels Heuinfus, durch Infektion mit Trypanosomen oder durch Überhitzung kann man experimentell Retention von Kochsalz erzielen. Eine Schädigung der Nierenfunktion ist dabei nicht nachweisbar.
2. Nach Injektion von Heuinfus und temporär auch nach Trypanosomeninfektion findet Aufspeicherung von Wasser statt, das nach der Entfieberung wieder abgegeben wird.
3. Die Kochsalzretention ist nicht allein durch Wasserretention bedingt, denn sie erfolgt auch unabhängig von ihr.
4. Die Wasserretention kann unabhängig von der Kochsalzretention erfolgen, doch übt Kochsalz einen fördernden Einfluſs auf sie aus.
5. Durch Änderungen der Blutzirkulation (Atropin-, CO-Vergiftung, Aderlafs) läfst sich Retention von Kochsalz herbeiführen. Bei Atropinvergiftung erfolgt dabei kein Wasseransatz.
6. Bei Infektionskrankheiten wird die Kochsalzretention gleichfalls wahrscheinlich weniger durch Insuffizienz der Nieren als durch Störungen im Kreislaufsystem erzeugt, ohne dafs es dabei zu einer Insuffizienz des Herzens zu kommen braucht.